

Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2019 – Los 1:

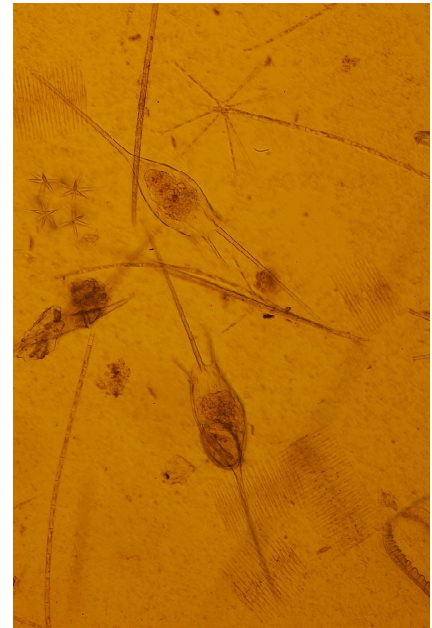
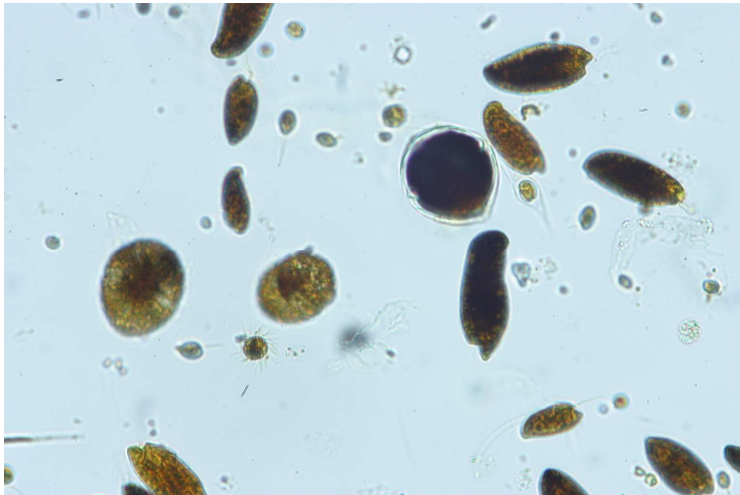
**Behlendorfer See, Bültsee, Dobersdorfer See, Garrensee,
Großer Plöner See Südteil, Ihlsee, Pinnsee, Vierer See**

(Vergabe-Nr ZB-UO-19-0137000-4121.5)

Bericht

für das

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



von

Dr. Wolfgang Arp & apl. Prof. Dr. Gerhard Maier
Berlin und Senden, Juli 2020

Beteiligte Personen und Institutionen:

Auftraggeber:

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR), Schleswig-Holstein, Hamburger Chaussee 25, 24 220 Flintbek (Ansprechpartnerin: Dr. Mandy Bahnwart)

Auftragnehmer:

LimPlan, Gewässer- und Landschaftsökologie, Dr. Wolfgang Arp,
Otawistr. 19, 13351 Berlin (Tel. 030 / 450 274 18). Email: w.arp@limplan.de

Phytoplanktonuntersuchungen:

Dr. Wolfgang Arp (Lugolproben)

Dr. Juliane Kasten, Lüttig & Friends (Pelagialdiatomeen)

Profundaldiatomeenuntersuchungen:

Dr. Juliane Kasten, Lüttig & Friends

Zooplanktonuntersuchungen:

apl. Prof. Dr. Gerhard Maier (Büro für Gewässerökologie)

Berechnungen der Indices für die Bewertung mittels Phytoplankton (EU-WRRL):

Dr. Wolfgang Arp (PSI) & Dr. Juliane Kasten (DI-PROF)

Berechnungen der Indices für die Bewertung mittels Zooplankton (PhytoLoss):

apl. Prof. Dr. Gerhard Maier (Büro für Gewässerökologie)

Bericht:

Dr. Wolfgang Arp, apl. Prof. Dr. Gerhard Maier

Fotos Titelseite:

Links: Mikroskopische Aufnahme der Flagellaten (Dinophyceen und Cryptophyceen) im Bültsee im März 2019 (250fache Vergrößerung).

Rechts: Rädertier *Kellicottia bostoniensis* (Neozoe) aus dem Ihlsee 2019.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	5
2	Einleitung.....	9
3	Kenndaten der untersuchten Gewässer	10
4	Methodik.....	11
4.1	Feldmethoden.....	11
4.2	Labormethoden Planktonanalysen	13
4.2.1	Phytoplanktonanalyse.....	13
4.2.2	Pelagialdiatomeen	14
4.2.3	Analyse der Profundaldiatomeen	14
4.2.4	Zooplanktonanalyse	14
4.2.5	Daten- und Fotodokumentation.....	16
4.3	Bewertung mittels Phytoplankton (PSI) im Rahmen der EU-WRRL.....	16
4.4	Auswertung Zooplankton mit PhytoLoss	18
5	Ergebnisse	20
5.1	Kurzüberblick.....	20
5.1.1	Trophische und biologische Parameter	20
5.1.2	Phytoplankton.....	20
5.1.3	Zooplankton	23
5.2	Ergebnisse zu den Indices Di-Prof, PhytoSee und PhytoLoss.....	27
5.2.1	Diatomeen-Index (Di-Prof)	27
5.2.2	Phyto-Seen-Index (PSI).....	28
5.2.3	PhytoLoss-Bewertung	30
5.3	Behlendorfer See.....	32
5.3.1	Ergebnisse Phytoplankton	32
5.3.2	Ergebnisse Zooplankton	34
5.3.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Behlendorfer See	36
5.4	Bültsee.....	44
5.4.1	Ergebnisse Phytoplankton.....	44
5.4.2	Ergebnisse Zooplankton.....	46
5.4.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Bültsee	48
5.5	Dobersdorfer See.....	53
5.5.1	Ergebnisse Phytoplankton	54
5.5.2	Ergebnisse Zooplankton	55

5.5.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Dobersdorfer See	58
5.6	Garrensee	67
5.6.1	Ergebnisse Phytoplankton	68
5.6.2	Ergebnisse Zooplankton	69
5.6.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Garrensee	72
5.7	Gr. Plöner See	76
5.7.1	Ergebnisse Phytoplankton	76
5.7.2	Ergebnisse Zooplankton	78
5.7.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Gr. Plöner See, Südteil	80
5.8	Ihlsee	89
5.8.1	Ergebnisse Phytoplankton	90
5.8.2	Ergebnisse Zooplankton	91
5.8.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Ihlsee	94
5.9	Pinnsee	98
5.9.1	Ergebnisse Phytoplankton	98
5.9.2	Ergebnisse Zooplankton	100
5.9.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Pinnsee	102
5.10	Vierer See	109
5.10.1	Ergebnisse Phytoplankton	110
5.10.2	Ergebnisse Zooplankton	111
5.10.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Vierer See	114
6	Literatur	118
7	Bestimmungsliteratur	124
8	Tabellenverzeichnis	128
9	Abbildungsverzeichnis	130
10	Anschriften der Verfasser	136
11	Anhang	137
11.1	Messstellen, Probenahmeterminen und -tiefen der Phytopl.Proben	137
11.2	Messstellen, Probenahmeterminen und -tiefen der Zoopl.Proben	138
11.3	Artenlisten Phytoplankton incl. Pelagialdiatomeen (Seen 2019, Los 1)	140
11.4	Artenliste Profundaldiatomeen (Seen 2019, Los 1)	161
11.5	Artenliste Zooplankton (Seen 2019, Los 1)	163

1 Zusammenfassung

Im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) sowie des bundesweiten Seenmonitoring-Programms wurde 2019 in Schleswig-Holstein das Phytoplankton und Zooplankton untersucht.

Von allen Seen (Los 1) wurden im Vorfeld im Zeitraum März bis Oktober/November in nahezu monatlichen Abständen Schöpfproben als integrierte Probe verschiedener Tiefenbereiche für die Phytoplanktonanalyse entnommen. Für die Zooplanktonanalyse wurden Proben von Vertikalnetzzügen ca. bis 2 m über Grund der Maschenweite 55 µm entnommen (Daten vom LLUR).

In diesem Projekt wurden die bereitgestellten Proben mikroskopisch analysiert und anschließend Abundanzen und Biomassen des Phyto- und Zooplanktons berechnet. Zudem wurden die Seen anhand der Qualitätskomponente (QK) Phytoplankton mittels der Methode des Phyto-See-Indexes, Version Phytosee 7.0, auf einer fünfstufigen Skala (Klasse 1- sehr gut bis Klasse 5- schlecht) bewertet. Des Weiteren wurde der Einfluß des Zooplanktons mit dem Verfahren PhytoLoss Version 3.0.4 untersucht, bei dem schwerpunktmäßig durch Vergleich und Verrechnung mit den Phytoplanktondaten der Kopplungsgrad, u.a. das Grazing, bewertet wird.

Vor dem Hintergrund limnochemischer und -physikalischer Daten auch aus früheren Jahren, wurden die Seen planktologisch beschrieben und bewertet (nach Seename sortiert):

- Der stabil geschichtete mittelgroße **Behlendorfer See** (Planktontyp 13), der Ende 2009 restauriert wurde (Bentophos-Behandlung), weist seit 2010 deutlich geringere Phosphor- und seit 2011 geringere Phytoplanktongehalte als vor der Restaurierung auf. Im aktuellen Jahr 2019 wurden weiterhin niedrige Nährstoff- und Planktongehalte ermittelt, im Frühjahr mit erhöhtem Anteil von Flagellaten, v.a. Cryptophyceen, und im Spätsommer/Herbst mit picoplanktischen und nostocalen Cyanobakterien. Der stark mesotrophe See wurde mittels der QK Phytoplankton für 2019 „gut“ bewertet. Der See weist alljährlich ein ausgeprägtes Tiefenchlorophyllmaximum (DCM) während der sommerlichen Schichtung auf. In den letzten 3 Jahren hat sich das Phytoplankton auf niedrigem Niveau weiter stabilisiert, bei gleichzeitiger Zunahme der Submersen. Beim Zooplankton hat die Biomasse im 2. Jahr nach der Restaurierung (bis 2012) zugenommen, der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse hat sich verbessert, der Fraßdruck seitens des Zooplanktons auf das Phytoplankton erhöht. Aufgrund des Abfischens im Jahr 2010 hat sich die Zusammensetzung des Zooplanktons hin zu größeren Filtrierern verschoben. In den Jahren 2012 bis 2015 erfolgte wieder eine Rückentwicklung der genannten Parameter. Der im Sommer niedrige Größenindex für Cladoceren in diesen Jahren weist darauf hin, dass durch den Prädationsdruck der Fische, die vermutlich in ihrer Abundanz wieder zugenommen haben, die Entwicklung von großen, effektiven Filtrierern gehemmt wird. Seit 2016 hat die Zooplanktonbiomasse sowie der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse und der Cladoceren-Größenindex wieder zugenommen. Eventuell ist das auf die Zunahme der Makrophyten im See bzw. deren mögliche „Schutzwirkung“ gegen Fischprädation zurückzuführen.

- Der kleinflächige sehr flache und kalkarme **Bültsee** (mittlere Tiefe 3 m) weist geringe bis leicht erhöhte Nährstoff- und Phytoplanktongehalte auf. Es dominieren vor allem potenziell mixotrophe Flagellaten der Cryptophyceen, Chrysophyceen und Haptophyceen, bei gleichzeitig gut entwickelten Unterwasservegetation. Der schwach mesotrophe See wurde mittels der QK Phytoplankton für 2019 „sehr gut“ bewertet, wobei diese Einstufung aufgrund geringer Seefläche eingeschränkt ist. Seit 2008 über 2013 bis 2019 gibt es eine leichte Zunahme des Phytoplanktongehaltes, bei ähnlicher Zusammensetzung der Algengruppen und -taxa. Gleichzeitig gibt es eine Abnahme der Unterwasservegetation. Beim Zooplankton ist über die 3 Untersuchungsjahre – wie beim Phytoplankton – eine leichte Zunahme der Biomasse zu verzeichnen. Der Cladoceren Größenindex hat etwas abgenommen, was eine Entwicklung hin zu kleineren Filtrierern bedeutet. Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse ist in allen 3 Untersuchungsjahren hoch. Insgesamt ordnet das weitgehende Fehlen von Eutrophierungszeigern sowie die vergleichsweise niedrigen Zooplankton-Biomassen den Bültsee dem nährstoffärmeren Seentypus zu.
- Der großflächige, schwach polymiktische **Dobersdorfer See** (Planktontyp 14), der seit 1999 alljährlich nahezu monatlich während der Vegetationsperiode limnochemisch und planktologisch untersucht wird, ist planktondominiert. Der See weist i.d.R. alljährlich erhöhte Nährstoff- und Phytoplanktongehalte auf, mit starker Präsenz von Bacillariophyceen und sommerlich-herbstlicher Dominanz von Dinophyceen und Cyanobakterien auf, so auch im Jahr 2019. Der stark eutrophe See wurde anhand der QK Phytoplankton für 2019 in die Klasse 3 („mäßig“) eingestuft. Der Vergleich mit Daten seit 2005 zeigt beim Gesamtposphor einen leichten Abwärtstrend im Epilimnion und in der Tendenz bei insgesamt ausgeprägterem Schichtungsverhalten eine leichte Zunahme in 17-18 m Tiefe. Beim Phytoplanktongehalt (Chl.a und Biovolumen) ist kein Trend erkennbar, jedoch in den letzten 4 Jahren eine deutliche Zunahme von feinfädigen Oscillatoriales (Cyanobakterien). Mögliche Ursachen werden genannt. Beim Zooplankton ist im aktuellen Jahr 2019 wie auch 2018 das weitgehende Fehlen der wichtigsten Grazer (der herbivoren Cladoceren) in den Sommermonaten auffällig. Entsprechend ist der Fraßdruck auf das Phytoplankton niedrig, ebenso der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse. Die Futterqualität für Cladoceren liegt – bedingt durch das Vorherrschen von schlecht fressbaren Hornalgen und Cyanobakterien – trotz des schwachen Fraßdruckes seitens des Zooplanktons auf einem relativ niedrigen Niveau. Hinsichtlich der langzeitlichen Entwicklung des Zooplanktons ist im Trend eine Abnahme der mittleren Biomasse über die Jahre zu beobachten. Im aktuellen Jahr liegt der Median für die Biomasse erneut wie 2018 im sehr niedrigen Bereich.
- Der **Garrensee** ist ein relativ kleiner, silikat- und sehr kalkarmer geschichteter See (Sondertyp), der bei geringen Nährstoffgehalten im Mittel leicht erhöhte Phytoplanktongehalte aufweist. Während die erste Jahreshälfte durch geringe Planktongehalte verschiedenster Algengruppen ohne Kieselalgen geprägt wird, bildet im Hochsommer/Herbst die selten auftretende nostocale und fädige Blaualge *Anabaena cf. danica* als dominante Art die Hauptbiomasse. Ansonsten verweisen regelmäßig auftretende Indikatorarten auf den geringen Nährstoffstatus. Der stark mesotrophe Garrensee wurde 2019 anhand der QK Phytoplankton „mäßig“ an der Grenze zu „gut“ bewertet, wobei diese Einstufung aufgrund fehlender Kriterien (Kalkgehalt < 15 mg/l Ca, geringe Seefläche) nur

eine angenäherte Einstufung ist. Die spätsommerlich-herbstliche Dominanz von *Anabaena cf. danica* wurde auch 2008, 2009 und 2013 beobachtet, in den beiden ersten Jahren sogar mit hohen Biomassen. Beim Zooplankton sind im Garrensee kaum Eutrophierungszeiger zu verzeichnen. Die Anwesenheit von großen Filtrierern schlägt sich in einem hohen Größenindex für Cladoceren nieder und indiziert einen geringen Fraßdruck durch Fische. Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse ist im Sommer niedrig, da schlecht fressbare Algen (Hornalgen, Cyanobakterien) überwiegen. Hinsichtlich der Biomasse des Zooplanktons ergibt sich über die Jahre keine wesentliche Veränderung; sie liegt auf einem unteren, niedrigen Niveau und stuft den See in den meso- bis oligotrophen Bereich ein.

- Der großflächige, stabil geschichtete und inzwischen stark mesotrophe **Große Plöner See** (Planktontyp 13) wird seit 1998 nahezu monatlich während der Vegetationsperiode limnochemisch und planktologisch untersucht. Der windexponierte See, der etwas erhöhte Gesamtposphorgehalte aufweist, ist beim Phytoplankton im Frühjahr und teils im Sommer durch Bacillariophyceen und im Sommer vor allem durch Flagellaten (Cryptophyceen und Dinophyceen) geprägt, so auch 2019. Der See wurde 2019 anhand der QK Phytoplankton in die Klasse als „gut“ eingestuft. Der Vergleich mit Daten seit 2005 zeigt einen schwachen (allerdings nicht signifikanten) Abwärtstrend beim Gesamtposphor im Epilimnion. Beim Phytoplanktongehalt (Chl.a und Biovolumen) zeigt sich bis 2012 ein leichter Aufwärtstrend und danach ein schwacher Abwärtstrend (beides nicht signifikant), wobei seit 2016 der in früheren Jahren vielfach ausgeprägte Frühjahrs-Kieselalgenpeak nicht mehr erkennbar ist. Ebenso nehmen die großvolumigen Kieselalgen-Arten ab, v.a. *Aulacoseira islandica*. Das Zooplankton besteht auch im aktuellen Jahr überwiegend aus kleineren Filtrierern. Der Größenindex der Cladoceren liegt im niedrigen Bereich, wobei im aktuellen Jahr im Sommer eine Zunahme des Größenindex zu beachten ist. Letzteres weist darauf hin, dass Fische im aktuellen Jahr weniger wichtige Prädatoren sind. Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse liegt im niedrigen bis moderaten Bereich. Auffällig im aktuellen Jahr sind die extrem niedrigen Biomassen im Frühjahr, die **nicht** wie oft in früheren Jahren durch die Dominanz der schlecht fressbaren, großvolumigen Kieselalge *Aulacoseira islandica* zu erklären ist. Hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung sind beim Zooplankton (noch deutlicher als im Dobersdorfer See) die rückläufigen Biomassen über die Jahre auffällig. Diese Entwicklung spiegelt sich auch in dem rückläufigen Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse wider.
- Der **Ihlsee** weist als relativ kleinflächiger und tieferer kalkarmer See (Sondertyp) mit stabiler sommerlicher Schichtung sehr geringe Nährstoff- und Phytoplanktongehalte auf. Beim Phytoplankton dominieren vor allem potenziell mixotrophe Flagellaten der Cryptophyceen, Chrysophyceen und Dinophyceen, bei gleichzeitig reichhaltiger und schützenswerter Unterwasservegetation bis in 7 bis 8 m Tiefe. Das erhöhte Vorkommen oligotropher Phytoplankton-Arten verweist auf den sehr geringen Nährstoffstatus. Tiefenchlorophyllmaxima wurden von Juni bis Oktober im Tiefenwasser gebildet. In der Regel wurden sie miterfasst. Der oligotrophe See wurde anhand der QK Phytoplankton „sehr gut“ bewertet. Die Bewertung, die wegen fehlender Kriterien eingeschränkt ist, hat sich seit 2008 nicht geändert. Hinsichtlich des Zooplanktons ist im aktuellen Jahr ein guter Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse zu verzeichnen. Der Fraßdruck seitens des Zooplanktons auf das fressbare Phytoplankton ist stark ausgeprägt. Das Zooplankton

besteht aus großen, effektiv filtrierenden Arten, was zusammen mit der Anwesenheit von Raubcladoceren und Büschelmücken-Larven für einen niedrigen Fraßdruck durch Fische spricht. Über die Jahre ist keine Veränderung in der Zooplankton-Biomasse festzustellen; sie liegt ausnahmslos im niedrigen Bereich.

- Der kleinflächige, seit Jahrzehnten als versauertes Gewässer eingestufte **Pinnsee**, der 2019 erstmalig nahezu kontinuierlich pH-Werte > 7 aufwies, zeigt als Sondertyp auch im Phytoplankton Besonderheiten. Der trotz einer mittleren Tiefe von 4,7 m sommerlich stabil geschichtete See ist hinsichtlich des Phytoplanktons bei salzzarmen Bedingungen artenarm, bildet jedoch erhöhte Algenbiomassen. Dominante Gattung war 2019 die Zieralge *Cosmarium*. Der Pinnsee weist von April bis Oktober meist ausgeprägte Tiefenchlorophyllmaxima auf. Der stark eutrophe See wurde anhand der QK Phytoplankton wegen fehlender Kriterien nur testweise bewertet. Das Zooplankton weist keine Kopplung zum Phytoplankton auf. Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse ist auf sehr niedrigem Niveau. Die Filtrierer sind aus kleinen Arten zusammengesetzt, die neben dem Phytoplankton sicherlich andere Partikel (Bakterien) aufnehmen. Der Fraßdruck seitens der Filtrierer auf das Phytoplankton ist niedrig. Deshalb bleibt die Futterqualität für das Zooplankton auf einem mittleren Niveau. Die Biomasse des Zooplanktons ist in allen 5 Untersuchungsjahren relativ niedrig. Zu erwähnen ist die im aktuellen Jahr im Vergleich zu den Vorjahren hohe Artenzahl, wobei zu beachten ist, dass die Probenahmefrequenz in den ersten Jahren niedrig war.
- Der mittelgroße und stabil geschichtete **Vierer See** (Typ 10) weist moderat erhöhte Nährstoff- und Phytoplanktongehalte auf. Der See weist sich durch eine sehr ausgeprägte Frühjahrs-Kieselalgenblüte und im Sommer durch relativ geringe Gehalte verschiedenster Algengruppen aus, wobei dort verschiedene Arten geringer Trophie auftraten. Der schwach eutrophe See wurde anhand der QK Phytoplankton für 2019 als „mäßig“ eingestuft. Altdaten vom letzten Untersuchungsjahr 2013 zeigen ein ähnliches Planktonbild. Beim Zooplankton fällt die „deutliche“ Anwesenheit einiger Eutrophierungszeiger auf. Der Größenindex der Cladoceren ist in der zweiten Jahreshälfte – im Unterschied zur Untersuchung im Jahr 2013 - hoch bis moderat und spricht für einen eher niedrigen Fraßdruck durch Fische. Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse, der Fraßdruck seitens des Zooplanktons auf das fressbare Phytoplankton, ist im aktuellen Untersuchungsjahr höher als in der Untersuchung im Jahr 2013. Auch die Biomasse des Zooplanktons ist im aktuellen Jahr etwas höher als 2013, insgesamt aber doch deutlich im niedrigen, eher oligo- bis schwach mesotrophe Bedingungen indizierenden Bereich.

2 Einleitung

Im Jahr 2019 waren 8 natürliche Seen jeweils an der tiefsten Stelle bezüglich der Phytoplanktonentwicklung im Rahmen des operativen bzw. überblicksweisen Monitorings zu untersuchen. Der Große Plöner See und Dobersdorfer See sind gleichzeitig Teil des bundesweiten Seenmonitorings des Umweltbundesamtes. Die Seen > 50 ha Seefläche (vier der acht Seen) werden gleichzeitig im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) aus dem Jahr 2000 (EUROPÄISCHE UNION 2000) zur Bewertung des ökologischen Zustandes von Seen untersucht

Zum besseren Verständnis der Planktonzönose und der Nahrungskettensteuerung war zudem die Entwicklung des Zooplanktons zu analysieren und zu bewerten. Diese Forderung war mit dem Modul PhytoLoss durchzuführen.

Die erhobenen Daten sollten grafisch und textlich dargestellt werden und hinsichtlich der Indikatorfunktion des Planktons im Rahmen der EU-WRRL aufbereitet und bewertet werden. Anhand von bereitgestellten Altdaten zum Plankton und zur Trophie waren Tendenzen der zeitlichen Entwicklung zu beschreiben.

3 Kenndaten der untersuchten Gewässer

Es wurden 8 natürliche Seen untersucht. 4 der Seen sind < 50 ha, wobei diese kleineren Seen durch Kalkarmut oder Versauerung Sondertypen sind (Tab. 1). In Tab. 2 sind die Messstellen des jeweiligen Sees aufgelistet.

Tab. 1: Kenndaten der 8 untersuchten Seen 2019, Los 1 (Datenquelle: LLUR).

Erläuterungen: VQ = Volumenquotient = oberird. Einzugsgebietsfläche / Seevolumen. *: Seetyp nach MATHES et al. (2005) für Seen > 50 ha, mit Sondertypen natürlicher Seen nach Kriterien des LLUR (88.3 = kalkarmer See; 88.5: Versauerungssee). ** Planktontyp nach MISCHKE & NIXDORF (2017).

See-Nr	Seename	Seetyp *	Plankton typ **	Seefläche (ha)	Tiefe mittl. (m)	Tiefe max. (m)	Verweilzeit (a)	VQ (km ² 10 ⁶ m ⁻³)
0019	Behlendorfer See	13	13	62,8	6,2	15,4	3,3	1,0
0050	Bültsee	88.3	11.2	19,8	3,0	13,4	1,0	3,2
0062	Dobersdorfer See	14	14	317	5,3	18,8	2,4	1,3
0090	Garrensee	88.3	13	18,2	9,9	23,3	6,1	0,5
0114	Großer Plöner See	13	13	2.958	12,8	56,2	3,1	1,0
0169	Ihlsee, Bad Segeberg	88.3	13	29,1	7,4	21,5	9,7	0,3
0305	Pinnsee	88.5	10.1	8,10	4,7	8,3	0,5	6,6
0427	Vierer See	10	10.1	133	7,6	18,8	1,6	1,9

Tab. 2: Auflistung der 8 untersuchten Messstellen 2019 mit den See- und Messstellen-Nummern. (Quelle: LLUR). Die Seen sind alphabetisch geordnet.

See-Nr	F S Name	MS-Nr	M Name1
0019	Behlendorfer See	129027	Behlendorfer See, tiefste Stelle
0050	Bültsee	129004	Bültsee, tiefste Stelle
0062	Dobersdorfer See	129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle
0090	Garrensee	129002	Garrensee, tiefste Stelle
0114	Großer Plöner See	129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle
0169	Ihlsee, Bad Segeberg	129052	Ihlsee, tiefste Stelle
0305	Pinnsee	129063	Pinnsee, tiefste Stelle
0427	Vierer See	129050	Vierer See, tiefste Stelle

4 Methodik

4.1 Feldmethoden

Die Probenahme am Behlendorfer See, Dobersdorfer See und Großer Plöner See erfolgte durch das LLUR, an allen übrigen Seen durch das Ingenieurbüro für Wasser, Boden und Umweltschutz (wbu), Mühl Rosin (Landkreis Rostock).

Von allen Seen wurden im Vorfeld im Zeitraum März bis Oktober in etwa monatlichen Abständen Schöpfproben als integrierte Probe verschiedener Tiefenbereiche für die Phytoplanktonanalyse entnommen. Des Weiteren wurden Netzproben für die Zooplanktonanalyse entnommen. Die Probestellen lagen jeweils an der tiefsten Stelle des Sees bzw. bei mehreren Stellen an der tiefsten Stelle des Seebeckens. Die für chemische Analysen entnommenen Proben wurden im Landeslabor Schleswig-Holstein analysiert.

Die Probenahme für das **Phytoplankton** wurde nach einem festem Probenahmeschema des LLUR, in Anlehnung an NIXDORF et al. (2008), durchgeführt (SOP, Verfahrensweisung: Probenahme in Seen in Schleswig-Holstein; gültig seit 2008). Die Tiefe der Integralprobe wurde wie folgt ermittelt:

- **Flache ungeschichtete Seen**
 - Probenahme aus der durchmischten Schicht bis 6 m Tiefe, jedoch maximal bis 1 m über Grund
- **Tiefere geschichtete Seen**
 - Bei Durchmischung des Wasserkörpers wird die Probenahme bis zur mittleren Tiefe, maximal bis 10 m Tiefe, durchgeführt.
 - Bei sommerlicher Schichtung und der Bedingung $Z_{eu} > Z_{epi}$ (= euphotische Zone > Epilimnion) wird eine Probe aus der euphotischen Zone (= Sichttiefe x 2,5), maximal bis 10 m Tiefe, entnommen.
 - Bei sommerlicher Schichtung und der Bedingung $Z_{epi} > Z_{eu}$, also in „trüben Seen“, wird eine Probe nur bis zur Epilimniontiefe entnommen, maximal bis 10 m Tiefe.

Die Probenentnahme in allen beprobten Seen erfolgte mittels eines integrierenden Schöpfers (IWS, Hydrobios).

Die Proben für die **Zooplanktonanalyse** wurden an der tiefsten Stelle durch Vertikalzüge mit einem Planktonnetz der Maschenweite 55 µm mit Aufsatzkegel (Fa. Hydrobios, Netzlänge 50 cm, Netzöffnung 10 cm) von ca. 2 m über Grund bis zur Oberfläche entnommen (Auflistung im Anhang in Kap. 11.2). Alle Proben wurden vor Ort mit Formaldehyd fixiert (etwa 4 % Endkonzentration).

Zudem wurde bei allen Messstellen einmalig an der tiefsten Stelle eine Probe aus dem annähernd obersten Zentimeter des Profundalschlammes entnommen und auf die planktischen Diatomeen untersucht.

Es wurden im Zeitraum März – Oktober/November 2019 in etwa monatlichem Rhythmus insgesamt folgende Anzahl Proben entnommen (Messstellen und Termine siehe Anhang Kap. 11.1 und 11.2):

- 62 Schöpfproben von 8 Messstellen für das **Phytoplankton** (250 ml für das gesamte Phytoplankton), mit anschließender Lugolfixierung. Alle 62 Schöpfproben wurden ausgewertet.
- 62 Schöpfproben (Rückstellproben) für die Erstellung von Schalenpräparaten zur **Diatomeenanalyse**, mit anschließender Lugolfixierung. Davon wurden 13 Proben präpariert und 12 Proben bezüglich centrischer Kieselalgen analysiert (s.u.)
- einmalig 8 Profundalproben (8 Messstellen) aus dem Profundalschlamm zur Analyse der **Profundaldiatomeen**. Die Proben wurden im Anschluß an die Probenahme in einem Gefrierbeutel kühl und dunkel unfixiert gelagert und danach eingefroren. Der oberste Zentimeter integriert in etwa die Zusammensetzung der Diatomeenflora der letzten 3 (2-6) Jahre (NIXDORF et al. 2008). Alle 8 Proben wurden ausgewertet.
- 62 Netz- (Vertikalzüge) von 7 Messstellen für die Analyse des **Zooplanktons**, mit anschließender Formalinfixierung. Alle 62 Proben wurden ausgewertet.

4.2 Labormethoden Planktonanalysen

4.2.1 Phytoplanktonanalyse

Die qualitative und quantitative Analyse des Phytoplanktons der Lugolprobe erfolgte, so weit möglich, an Umkehrmikroskopen bei Hellfeldbeleuchtung mit bis zu 790facher Vergrößerung, desweiteren bei schwierig zu bestimmenden Arten mit einem Interferenz-Auflichtmikroskop mit bis zu 1000facher Vergrößerung.

Die Labor-Analyse erfolgte in Anlehnung an NIXDORF et al. (2008) und NIXDORF et al. (2010).

Die qualitative Analyse erfolgte möglichst auf Artniveau, in der Regel aber zumindest bis zu dem Mindestbestimmbarkeitsniveau, das im Rahmen der Entwicklung des WRRL-Bewertungssystems von der Arbeitsgruppe Mischke et al. (2005 und ff.) für jedes Taxon festgelegt wurde. Jedes erfasste Taxon erhielt die Bezeichnung und ID-Nummer aus der harmonisierten Phytoplankton-Taxaliste Deutschlands, die aus dem Internet herunterladbar ist (Stand vom Juni 2009).

Für die quantitative Analyse der Taxa der Lugolprobe wurden, wenn möglich, mindestens 15 Arten bzw. Taxa quantitativ erfasst. Dabei wurden mindestens 95 % der Biomasse ermittelt und mindestens 400 Objekte pro Probe gezählt. Die Abundanz des Phytoplanktons wurde durch Auszählen der gesamten Sedimentationskammer oder von Transekten, abhängig von Größe und Dichte der Organismen, ermittelt. Bei der Zählung kleinerer dominanter Phytoplanktontaxa wurden mindestens 60 Zellen bzw. Zähleinheiten pro Art in mindestens zwei Transekten ausgezählt. Größere Taxa wurden in größeren Teilflächen bzw. der gesamten Kammer ausgewertet. Zu zählende Fäden in der Lugolprobe (incl. *Aulacoseira*) wurden in der Regel in 100-µm-Stücke eingeteilt und dann gezählt.

Bei erhöhtem Vorkommen von gallertigen Cyanobakterien (meist *Microcystis*) wurde eine Teilprobe der Lugolprobe mit einem Ultraschall-Desintegrator (Sonoplus Ultraschall-Homogenisator HD 2070) behandelt, so dass die Kolonien aufgelöst wurden und die Zellen einzeln gezählt werden konnten. Es wurde mindestens 2 min. bei 70 % Power beschallt. In der unbehandelten Lugolprobe wurde vorher der jeweilige Anteil der einzelnen chroococcalen Arten an der Gesamtanzahl der Zellen abgeschätzt.

Autotrophes Picoplankton (APP) wurde nicht gesondert in der unfixierten Probe gezählt. Dadurch ist es möglich, dass diese Gruppe bei der Zählung der Lugolprobe unterschätzt wurde.

Das Körpervolumen des Phytoplanktons der Lugolprobe wurde durch Annäherung an geometrische Körper in Anlehnung an ATT (1998), PADISAK & ADRIAN (1999) und DIN EN 16695 (2015) ermittelt. Bei in der Größe stark variablen Taxa wurden ca. 20 Zellen pro Taxon oder Größenklasse ausgemessen. Bei Taxa mit nahezu konstantem Volumen wurde das Volumen der einmal vermessenen Zelle beim nächsten Termin wiederverwendet. Bei selten vorkommenden Taxa wurden vereinzelt Volumina aus der Literatur verwendet. Das Biovolumen wurde für jedes Taxon, jede Algenklasse und die Gesamtprobe berechnet.

4.2.2 Pelagialdiatomeen

Parallel zur Quantifizierung des gesamten Phytoplanktons der Lugolprobe wurden anhand der angefertigten Diatomeen-Präparate der Rückstellproben die relativen Abundanzen der solitären zentrischen Diatomeen bestimmt. Es wurden nur Proben analysiert, wenn die Diatomeen einen nennenswerten Anteil an der Gesamtbiomasse aufwiesen.

Die Aufbereitung, Präparation und Analyse der Pelagialdiatomeen erfolgte gemäß Verfahrensvorschrift (MISCHKE & NIXDORF 2008). Die Untersuchungen wurden an einem Olympus-Durchlichtmikroskop mit Interferenzkontrast (DIC) bei 1000-facher Vergrößerung durchgeführt. Es wurden je 200 Objekte gezählt, auf Artniveau determiniert und nach Größenklassen differenziert. Die ermittelten relativen Anteile der Arten innerhalb der Größenspektren wurden mit den Zählergebnissen der Centrales-Größenklassen der Lugol-Schöpfproben ins Verhältnis gesetzt. So konnten durch Rückrechnung die Biovolumenanteile der solitären zentrischen Diatomeen auf Artebene angegeben werden. Einzelne Pennales wurden, wenn möglich, zusätzlich bis zur Art bestimmt.

4.2.3 Analyse der Profundaldiatomeen

Die Aufbereitung, Präparation und Analyse der Profundaldiatomeen erfolgte grundsätzlich gemäß Verfahrensanleitung (NIXDORF et al. 2008). Die Präparation erfolgte gemäß den Angaben zur „Aufbereitung von Diatomeenproben nach der Wasserstoffperoxid-Methode von VAN DER WERFF (1955)“ (aus NIXDORF et al. 2008). Auch hier wurden Diatomeenstreupräparate in Naphrax eingebettet.

Die mikroskopische Analyse der planktischen Diatomeen erfolgte an einem Olympus BX51-Durchlichtmikroskop mit Interferenzkontrast (DIC) bei 1000-facher Vergrößerung. Es wurden je Probe mindestens 400 Objekte gezählt, auf Artniveau determiniert und die relativen Abundanzen der Arten angegeben. Es waren keine Unterschiede bezüglich der Präparation oder mikroskopischen Analyse (z.B. der Zersetzungsgrad) zwischen den eingefrorenen und den mit Ethanol versetzten Profundalproben erkennbar.

4.2.4 Zooplanktonanalyse

Vorbereitende Arbeiten

Die Bearbeitung der Proben erfolgte nach Vorgaben bzw. Empfehlungen, die im LAWA Projekt „PhytoLoss“ (DENEKE, MAIER & MISCHKE 2015) bzw. in Projekten der LUBW erarbeitet wurden (MAIER 2007; STICH, MAIER & HOPPE 2010; MAIER & STICH 2012; STICH & MAIER 2012). Jede der angelieferten Zooplankton-Proben wurde vor ihrer Bearbeitung zur Entfernung des Fixiermittels Formol zunächst über ein 30 µm Planktongaze-Sieb dekantiert und mit Leitungswasser gespült. Das Fixiermittel wurde in Behältern aufgefangen und ordnungsgemäß entsorgt bzw. zur Nachfixierung wiederverwendet. Das im Sieb konzentrierte Zooplankton wurde - je nach Dichte - in 50 – 2000 ml Kolben suspendiert. Aus dieser Suspension wurden zwei oder mehr Teilproben entnommen. Als Zählkammern wurden Röhrenkammern (überwiegend 10 ml Kammern) verwendet, die nach einer Sedimentationszeit von ca. 10 (Crustaceen) bis 30 Minuten (Rotatorien) unter dem inversen Mikroskop (Zeiss

IM35) ausgezählt wurden (Vergrößerung ca. 60-fach bei Crustaceen und 100-fach bei Rotatorien). Bei der Suspension der Proben wurde (durch mehrfaches Schwenken und Umstürzen der Suspensionskolben) darauf geachtet, dass das Zooplankton homogen verteilt ist. Bei der Abfüllung der Kammern wurde möglichst rasch gearbeitet, da große Zooplankter (Daphnien, eitragende Copepodenweibchen) rasch sedimentieren und bei „langsamer Vorgehensweise“ nicht repräsentativ erfasst werden. Für aspektbestimmende Arten wurden mindestens 100 Individuen ausgezählt. Insgesamt wurden mindestens 400 Individuen je Probe (ohne Copepoden Nauplien) ausgezählt (siehe Empfehlungen PhytoLoss-Verfahrensanleitung).

Biomasse-Bestimmung

Zur Bestimmung der Frisch- bzw. Trockengewichte der verschiedenen Zooplanktontaxa wurden Mittelwerte aus früheren Projekten (z.B. MAIER & STICH 2012) verwendet, d.h. für Rotatorien feste Frischgewichte je Taxon (RUTTNER-KOLISKO 1977, PAULI 1989), für Crustaceen Trockengewichte anhand von Trockengewichts-Längen-Relationen (z. B. CUMMINS et al. 1969; DUMONT & DUMONT 1975; BOTTRELL et al. 1976, Mc CAULEY 1984, GARTON & BERG 1990; TÜMLING & FRIEDRICH 1999), wobei bei den Crustaceen Größenklassen oder Jugendstadien gezählt wurden und ein mittlerer Wert verwendet wurde. Bei den Cladoceren wurden die Größenklassen in 100- bis 300-µm-Schritten aufgeteilt, während die Copepoden nach Stadien (Nauplien, C1, C2, C3, C4, C5, Männchen, Weibchen) eingeteilt wurden (ca. 100- bis 200-µm-Schritte zwischen den Stadien). Eine Standardisierung der Biomasse-Werte ist über das Projekt PhytoLoss im Jahr 2019 erfolgt (DENEKE & MAIER, 2019). Die hier im Bericht verwendeten Biomassen entsprechen den „Standardbiomassen“, wie sie im Projekt PhytoLoss erarbeitet bzw. festgelegt wurden.

Zählung, Artbestimmung

Die Bestimmung und Zählung erfolgte - soweit möglich - auf Artbasis. Für die Bestimmung der Arten wurde die aktuelle Bestimmungsliteratur verwendet: Rotatoria: VOIGT & KOSTE (1978a, b), RUTTNER-KOLISKO (1972), PONTIN 1978, NOGRADY et al. (1995), NOGRADY & SEGERS (2002); Cladocera: BENZIE (2005), FLÖßNER (1972, 2000), KOROVCHINSKY (1992), LIEDER (1996), SMIRNOV (1996), ORLOVA-BIENKOWSKAJA (2001), HERBST (1976 – nur Litoralcadoceren); Copepoda: KIEFER (1973), KIEFER & FRYER (1978), EINSLE (1993, 1996); Sonstige: BICK et al. (1972). Bei den Rotatorien wurde die Gattung *Collotheca* nicht weiter aufgetrennt, da hier die wesentlichen Merkmale für eine Artbestimmung (durch die Fixierung der Tiere) nicht zugänglich sind bzw. waren. Bei der Gattung *Synchaeta* wurde zwischen den großen Formen (in den vorliegenden Proben *S. pectinata*) und kleinen Synchaeten (*S. tremula* / *S. oblonga* / *S. lakowitziana* Gruppe) differenziert. Für die Abgrenzung von „Arten“ innerhalb der Gattung *Polyarthra* wurde nach einer Graphik aus STEMBERGER (1979) verfahren: Individuen mit deutlich über körperlangen Schwimmflossen und einer Körperlänge von $\leq$ ca. 100 µm wurden als *P. remata* determiniert; Individuen mit etwa körperlangen bzw. deutlich über körperlangen Schwimmflossen und einer Körperlänge zwischen ca. 100 und 150 µm wurden als *P. vulgaris* bzw. *P. dolichoptera* bestimmt und Individuen $\geq$ 150 mit ca. körperlangen, breiten bzw. sehr breiten Schwimmflossen als *P. major* bzw. *P. euryptera*. Cladoceren wurden bis zur Art bestimmt. Intermediäre Morphen („Hybride“) wurden – soweit möglich – ebenfalls zugeordnet, wobei überwiegend „konservativ“ verfahren wurde. Copepoden wurden (soweit genügend Individuen präsent waren) immer bis zur Art bestimmt und die Copepodidstadien

wurden soweit möglich der jeweiligen Art zugeordnet. Eine Ausnahme bei der Copepodid-Zuordnung machen in einigen (schwierigen) Fällen u. a. die ersten Copepodide; diese wurden (falls die Zuordnung unsicher war) der aspektbestimmenden Art zugeschlagen. Nauplien wurden nach Calanoiden und Cyclopoiden differenziert. Sofern notwendig, wurden kritische Taxa mittels präparativer Methoden abgesichert (z.B. P5 Präparation etc. bei Copepoden). Informationen zu Indikatorarten wurden z. B. den Arbeiten GLIWICZ (1969), KARABIN (1983), GANNON & STEMBERGER (1978), GELLER & MÜLLER (1981) oder MAIER (1996) entnommen.

4.2.5 Daten- und Fotodokumentation

Es wurden von jeder lugolisierten Schöpfprobe mindestens zwei digitale Fotos des Phytoplanktons aufgenommen. In der Regel wurde ein je ein Übersichtfoto bei 100- bzw. 250facher Vergrößerung zur Dokumentation erstellt. Die Kammerhöhe war zum besseren Vergleich bei nahezu allen Proben 100 mm. Die Fotos wurden mit einer fest am Umkehrmikroskop installierten Digitalkamera (CANON EOS 300 D) aufgenommen. Die Fotos mit Angabe des jeweiligen Sees und Datum liegen dem Auftraggeber vor.

Desweiteren wurden Fotos von wichtigen Pelagial- und Profundal diatomeen erstellt.

Die Daten der Taxainventare und -häufigkeiten wurden im Format MS Excel 2000 eingegeben und dem Auftraggeber auf Datenträger übermittelt. Die Fotografien mit Angabe des jeweiligen Taxons bzw. der jeweiligen Probe sowie den zugehörigen Standortdaten liegen dem Auftraggeber vor.

4.3 Bewertung mittels Phytoplankton (PSI) im Rahmen der EU-WRRL

Es wurden die Seen anhand der Phytoplankton-Daten der Analyse aller Schöpfproben bewertet. Die Bewertung erfolgte nach MISCHKE et al. (2008), mit den neuesten Ergänzungen und Änderungen der Software (**PHYTOSEE 7.0**, 15.12.2017, <http://www.gewaesser-bewertung.de>, MISCHKE et al. 2017). Es wurde für die Bewertung der hier vorgestellten Seen 2019 der Zeitraum März bis November verwendet (7-9 Proben je See).

Die Bewertung wird mittels der Teilkomponenten „Biomasse“, „Algenklassen“, und „PTSI“ (Phytoplankton-Taxon-Seen-Index) und optional des Diatomeen-Profundal-Indexes (Di-Prof) durchgeführt:

- **Metric „Biomasse“:** Dieser Metric setzt sich aus dem arithmetisches Mittel des Gesamtbiovolumens März – November und Chlorophyll a März – November und zudem aus dem Max.Wert Chlorophyll a (nur, falls dieser um 25 % größer als der Saisonmittelwert ist und mindestens drei Messungen vorliegen) zusammen. Die Ist-Werte der drei Parameter werden für jeden Seetyp mittels einer Bewertungsfunktion in einen Wert zwischen 0,5 und 5,5 umgerechnet. Zur Seenbewertung wird für die Ermittlung des Indexes des Metric „Biomasse“ das arithmetische Mittel aus den drei oben genannten Einzelindices gebildet.
- **Metric „Algenklassen“:** Aufsummierte Biovolumina oder der Prozentanteil am Gesamtbiovolumen von ausgewählten Algenklassen werden je nach Seetyp als Mittel bestimmter Monate gebildet.

- **Metric „PTSI“** (=Phytoplankton-Taxon-Seen-Index): Basis des PTSI sind Indikatorarten zur trophischen Klassifizierung. Für den PTSI können die Daten aller Monate des Jahres verwendet werden. Der PTSI wird für jeden Probenfund mittels der vorliegenden Trophieanker- und Stenökiewerte der Indikatorarten einzeln berechnet. Durch Einstufung in eine von acht vorliegenden „Abundanzklassen“ geht dabei auch das Biovolumen der jeweiligen Indikatorart in die Bewertung ein. Der ermittelte PTSI (Mittelung aller PTSI-Werte des Jahres) ist direkt mit dem LAWA-Index vergleichbar (gleiche mathematische Dimension). Zur Seebewertung wird der PTSI mittels einer Formel, in die die Referenztrophy mit eingeht, in einen PTSI-Bewertungswert zwischen 0,5 und 5,5 umgerechnet.
- Fakultativ kann die Bewertung anhand des **Metric „Di-Prof“** hinzugenommen werden. Dies wurde hier durchgeführt. Anhand des Anteils jeder einzelnen Art sowie ihres Trophieoptimumwertes und einem artspezifischen Gewichtungsfaktor wurde für jede Probe der Diatomeenindex auf der Basis planktischer Diatomeen aus dem Profundal (= Di-Prof Ist) berechnet. Dieser Index wurde anhand eines Eichdatensatzes von 167 Profundaldiatomeenproben aus glazial entstandenen norddeutschen Seen im Jahr 2006 u.a. im Auftrag des Landesamtes für Umwelt und Natur Schleswig-Holstein entwickelt (SCHÖNFELDER 2006). Zur Seebewertung wird der „Di-Prof Ist“ mittels einer Formel, in die die eigens für den Di-Prof zugrunde gelegte Referenztrophy mit eingeht, in einen Di-Prof-Bewertungswert zwischen 0,5 und 5,5 umgerechnet (=Di-Prof Note).- Der Di-Prof wurde von SCHÖNFELDER (2004 und 2006) entwickelt. Zu beachten ist, dass beim Di-Prof die Seetypisierung im Vorfeld der Ermittlung des Di-Prof eine andere war, als bei der Ermittlung der anderen Metrics (MISCHKE & NIXDORF 2008).

Aus allen vier Teilkomponenten wird, spezifisch für jeden Seetyp, mithilfe von Gewichtungsfaktoren der **Gesamtindex (PSI)** ermittelt (Gewichtungsfaktoren aller Komponenten für jeden Seetyp: Tab. 3).

Es werden dabei die Werte der Teilindices, nicht die ökologischen Zustandsklassen, gemittelt. Der PSI wird mit einer Stelle hinter dem Komma dargestellt. Der Gesamtindex PSI wird, wie auch bei jedem Teilindex möglich, einer ökologischen Zustandsklasse zugeordnet (Tab. 4).

Tab. 3: Gewichtungsfaktoren zur Ermittlung des deutschen Phyto-Seen-Index (PSI) für natürliche Seen des Tieflands (MISCHKE et al. 2017, Phytosee 7.0).

See- typ	G-Faktor für Index „Biomasse“	G-Faktor für Index „Algenklasse“	G-Faktor für Index „PTSI“	G-Faktor für Index „Di-Prof“
10.1	4	3	3	1
10.2	4	3	3	1
13	4	3	3	3
11.1	4	3	2	2
11.2	4	3	2	2
12	4	3	2	2
14	4	3	2	1

Tab. 4: Indexwerte und entsprechende Einstufung in ökologische Zustandsklassen für die Teilmetrics und den PSI

(aus MISCHKE et al. 2015 und MISCHKE et al. 6.3.15 online).

Indexwert	Zustandsklasse
0,5 - 1,5	1 = sehr gut (high)
1,51 - 2,5	2 = gut (good)
2,51 - 3,5	3 = mäßig (moderate)
3,51 - 4,5	4 = unbefriedigend (poor)
4,51 - 5,5	5 = schlecht (bad)

4.4 Auswertung Zooplankton mit PhytoLoss

Die Auswertung erfolgte nach den Vorgaben im PhytoLoss-Verfahren nach DENEKE, MAIER & MISCHKE (2015), mit der Version 3.0.4. Im Rahmen der EU-WRRL wurde zur Komplettierung des planktischen Nahrungsnetzes dieses PhytoLoss-Verfahren eingeführt. Es dient als Interpretationshilfe für die Bewertungsergebnisse des obligaten Phyto-See-Indexes.

- Über das PhytoLoss-Modul (MS Access) wurden verschiedene Indizes berechnet. Jedem berechneten Index wird anschließend eine **ökologische Zustandsklasse, hier Effektklasse** genannt, zugeordnet. Es gibt **7 Effektklassen**, wobei Klasse 1 einer geringen Ausprägung und Klasse 7 einer sehr starken Ausprägung entspricht. Die wichtigen Ergebnisse für jeden See wurden als Steckbriefe in Tabellenform und die wichtigen Indizes über ein Radardiagramm visualisiert (vgl. DENEKE, MAIER & MISCHKE 2015). Die 7 Klassen des Radardiagramms beinhalten folgende Indices:
- Als mögliches Maß für top-down Effekte wird die Mittlere Cladoceren-Biomasse eines Individuums) berechnet. Als Abkürzungen für diesen Index sind **GIC** (= Größenindex Cladoceren) oder **MCM** (= mittlere Cladocerenmasse) gebräuchlich. Dieser Index (**GIC = MCM**) errechnet sich als Quotient aus der mittleren Cladocerenbiomasse und der mittleren Abundanz der Cladoceren einer Probe. Liegt der GIC bzw. MCM im Sommer (zur Zeit des stärksten Fisch-Prädationsdruckes) bei ca. $6 \mu\text{g L}^{-1}$ (dem Gewicht einer 1 mm langen Daphnie), so wird der Prädationsdruck durch Fische als allenfalls moderat eingestuft. Die Abschätzung der „top-down“ Effekte durch Fischfraß mittels GIC basiert v. a. auf den in der Literatur beschriebenen Fakten, dass Fische große, wenig fluchtfähige und auffällig gefärbte Individuen selektieren. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass das Größenspektrum u. a. auch „bottom up“ gesteuert wird. In den über das Modul PhytoLoss ausgegebenen Radardiagrammen (vgl. DENEKE, MAIER & MISCHKE (2015) wird als Maß für den Fisch-Prädationsdruck der **FPI** angegeben, **wobei der FPI umgekehrt proportional zum GIC (MCM) ist**. Eine hohe Effektklasse beim FPI bedeutet somit eine kleine mittlere Cladocerenbiomasse (kleiner Quotient) eines Individuums und gleichzeitig einen zu vermutenden großen Fischfraßdruck. Entsprechend bedeutet eine kleine Effektklasse eine im Mittel große mittlere Cladocerenmasse und somit einen kleinen Fischfraßdruck. Die Effektklassen sind somit am vermuteten Fischfraßdruck ausgerichtet.
- Das **Z/P Verhältnis** ergibt sich aus dem Verhältnis Zooplankton- zu Phytoplankton-Volumen und kann den Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse beschreiben. Der Index orientiert sich an JEPPESEN et al. (1997).

- Die Indizes **FQI** und **FQIC** (FQI für das Metazooplankton und FQIC für die Cladoceren) geben Aufschluss über die Futterqualität des Phytoplanktons, und gleichzeitig über eine mögliche Futterlimitation (vgl. LAMPERT & SCHÖBER 1980; LAMPERT 1988). Bei diesen Indizes ist zu beachten, dass die Effektklassen zum besseren Verständnis in % fressbare Algen umgerechnet werden sollten, wobei $\% \times 0,07 = \text{Effektklasse}$ ergeben (bzw. $\text{Effektklasse} / 0,07 = \%$).
- Die Grazing-Indizes **MGI** (= Metazooplankton-Grazing-Index) und **CGI** (= Cladoceren-Grazing-Index) charakterisieren den Fraßdruck des Zooplanktons auf das fressbare Phytoplankton (Details siehe DENEKE, MAIER & MISCHKE 2015).

Umrechnung der Biomassen von Phyto- und Zooplankton

- Die Berechnung der Indizes über das PhytoLoss-Modul erfolgte in Anlehnung an das Phytoplankton über das Biovolumen, wobei für die in den Radardiagrammen und Steckbriefen ausgegebenen wichtigsten Indizes der aussagekräftige Sommeraspekt (24. Juni bis 7. Oktober) berücksichtigt wurde. Das Biovolumen (= Frischgewicht) der Crustaceen wurde durch Umrechnung der Trockengewichte ermittelt, wobei die Trockenmasse in mg/L normalerweise bei ca. 10-20 % des Biovolumens in mm^3/L liegt. In Zukunft soll das Biovolumen pauschal als Trockenmasse ($\text{mg/L} \times 10 = \text{Biovolumen}$ (mm^3/L)) festgesetzt werden.
- Textlich sowie in einigen Tabellen wurden zusätzlich zum PhytoLoss-Verfahren die Trockenmassen (als Mediane für den Untersuchungszeitraum) beschrieben, da für die Planktoncrustaceen zahlreiche, exakte Trockenmassen-Wägungen vorliegen. Sofern das Biovolumen des Phytoplanktons in Trockenmasse umgerechnet wurde, wurde nach REYNOLDS (1984) das Trockengewicht (mg/L) als 45 % des Biovolumens bzw. Frischgewichts Phytoplankton (mm^3/L) angenommen. Zu beachten ist somit, dass die Werte, gerechnet über das Biovolumen, von den Werten, gerechnet über Trockenmassen, abweichen bzw. abweichen können. Diese von PhytoLoss abweichende Darstellung wird jeweils gesondert gekennzeichnet.

Bei der Ausgabe des Zooplankton-Gilden-Biovolumens (Gilden-Zoo-BV) im Steckbrief sind Taxa wie Raubcladoceren, oder Büschelmücken (*Chaoborus*) -Larven nicht berücksichtigt, da diese als carnivore Taxa keinen unmittelbaren Einfluss auf das Phytoplankton haben.

Bei der Beschreibung der Ergebnisse werden zunächst für jeden See die Artenzahl und faunistische Besonderheiten genannt. Anschließend werden die aspektbestimmenden Taxa und das Nahrungsnetz beschrieben.

Bei der Beurteilung der Ergebnisse ist zu beachten, dass aufgrund des limitierten Probenahme-Zeitraums Winterarten bzw. Arten, die im sehr zeitigen Frühjahr ihr Entwicklungsmaximum aufweisen, unterrepräsentiert sind bzw. nicht erfasst wurden. Zu beachten ist auch, dass große Zooplankter (Raubcladoceren, Mysidaceen, Büschelmücken-Larven) mit „normalem“ Entnahmegesetz (Netz), wie es hier verwendet wurde, allenfalls halbquantitativ erfasst werden.

5 Ergebnisse

5.1 Kurzüberblick

5.1.1 Trophische und biologische Parameter

In Tab. 5 sind Jahresmittel wichtiger limnologischer Parameter für 2019 aufgelistet. Zu weiteren Grundparametern der Seen, z.B. Salzgehalt und Pufferung, finden sich Informationen in den einzelnen Seekapiteln ab Kap. 5.3.

Bis auf den Bültsee sind alle untersuchten Seen dimiktisch.

Tab. 5: **Jahresmittelwerte** wichtiger limnologischer Parameter der See-Messstellen 2019, Los 1.

*: Planktontyp nach MISCHKE & NIXDORF (2008).

Erläuterungen: Chemiewerte aus 1 m Tiefe; Phyto-BV (Biovolumen) und Chl.a als integrierte Probe (siehe Kap. 4.1 Feldmethodik); Zoopl. mittels eines Vertikalzugs bis etwa 2 m ü. Grund, Berechnung der Zoo-Biomasse pro Liter über gesamte Vertikalzugtiefe.- **Abkürzungen:** Zoopl.-TG = Trockengewicht Zoopl., TP = Gesamtphosphor, TN = Gesamtstickstoff (Datenquelle TP, TN und Sichttiefe: LLUR).

MS-NR	M_NAME1	Gew-Typ Plankton*	TP mg/l	TN (mg/l)	Sicht- tiefe (m)	Phyto- BV (mm ³ /l)	Chl.a (µg/l)	Zoopl. TG (µg/l)
129027	Behlendorfer See, tiefste Stelle	13	0,023	1,05	3,0	0,8	8,8	141
129004	Bültsee, tiefste Stelle	11.2	0,025	0,71	3,5	1,5	12,5	183
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	14	0,041	1,09	1,5	4,1	28,3	111
129002	Garrensee, tiefste Stelle	13	0,018	0,64	3,6	1,3	9,7	112
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	13	0,047	0,68	4,8	0,8	5,4	29,5
129052	Ihlsee, tiefste Stelle	13	0,011	0,56	5,6	0,3	4,4	73,9
129063	Pinnsee, tiefste Stelle	10.1	0,048	1,01	1,3	5,6	56	69,2
129050	Vierer See ,tiefste Stelle	10.1	0,048	0,79	3,1	3,9	19	122

5.1.2 Phytoplankton

In den 8 untersuchten See-Messstellen wurden im Mittel pro Probe 24 verschiedene Taxa analysiert (ohne Größenklassen). Die geringsten Zahlen wiesen die sehr salzarmen Seen, Pinnsee und Garrensee, auf (im Mittel pro Probe 16 bzw. 17 verschiedene Taxa), die höchste Taxazahl der Dobersdorfer See mit 35 verschiedenen Taxa pro Probe.

Pro See für das Jahr 2019 (7-9 Proben) wurden im Mittel 65 verschiedene Taxa gefunden, die höchste Anzahl im Dobersdorfer See mit 97 Taxa, die geringste Zahl im kleinflächigen versauerten Pinnsee (30 Taxa) (weiteres dazu in den einzelnen Seekapiteln, s.u.).

Zwischen der Chlorophyll a-Konzentration und der Phytoplanktonbiomasse lässt sich für den Datenbereich der Einzelwerte ein linearer Zusammenhang nachweisen (Korrelationskoeff. 0,82; Sign.level < 0,001; n = 62).

Der Anteil des Chlorophyll a am Phytoplankton-Biovolumen liegt bei Betrachtung aller 62 Einzelwerte im Bereich 0,3 bis 3,2 %. Der Median dieses Quotienten der Einzelproben beträgt 0,77 %, das arithmetische Mittel 0,95 %. Diese Mittelwerte liegen damit in gleichem Größenbereich eigener Untersuchungen der letzten Jahre in Nordostdeutschland (u.a. ARP & MAIER 2016-19, ARP, MAIER & MICHELS 2015; ARP, KOPPELMEYER & WÖBBECKE 2014). Der -Mittelwert des Chlorophyll a am Phytoplanktonbiovolumen aller Einzelproben von WRRL-Seen in Deutschland ab 2006 bis 2012 liegt bei 0,81 % (U. Riedmüller, pers. Mitteilung 2012).

In Abb. 1 sind die mittleren Gehalte (Median) und 25%- und 75%-Perzentile je See-Messstelle 2019 für Gesamtposphor (TP), Chl.a und das Phytoplankton-Biovolumen dargestellt (siehe auch Tab. 5):

- Die **TP**-Gehalte (in aufsteigender Reihe) im Ihlsee, Garrensee, Behlendorfer See und Bültsee sind niedrig, während in den übrigen 4 Seen (Dob. See, Gr. Plöner See Süd, Pinnsee und Vierer See) die Gehalte im Median deutlich höher sind und gleichzeitig auf ähnlichem Niveau sind (im Größenbereich um 0,04 mg/l). Die vier erstgenannten phosphorarmen Seen weisen einen hohen Anteil von Flagellaten auf, die gleichzeitig potenziell mixotroph sind. Gleichzeitig sind in diesen Seen submerse Makrophyten stark vertreten.
- Beim **Chl.a-Gehalt** und **Phytoplankton-Biovolumen** sind besonders der Großen Plöner See und sehr abgeschwächt der Vierer See auffällig, die in Relation zum Phosphorgehalt geringere Algengehalte als die übrigen Seen aufweisen. Der starke Frühjahrspeak der Algenbiomasse im März im Vierer See ist in der Abb. nur als einzelner Ausreißer erkennbar (weiteres dazu in den einzelnen Seekapiteln s.u.).

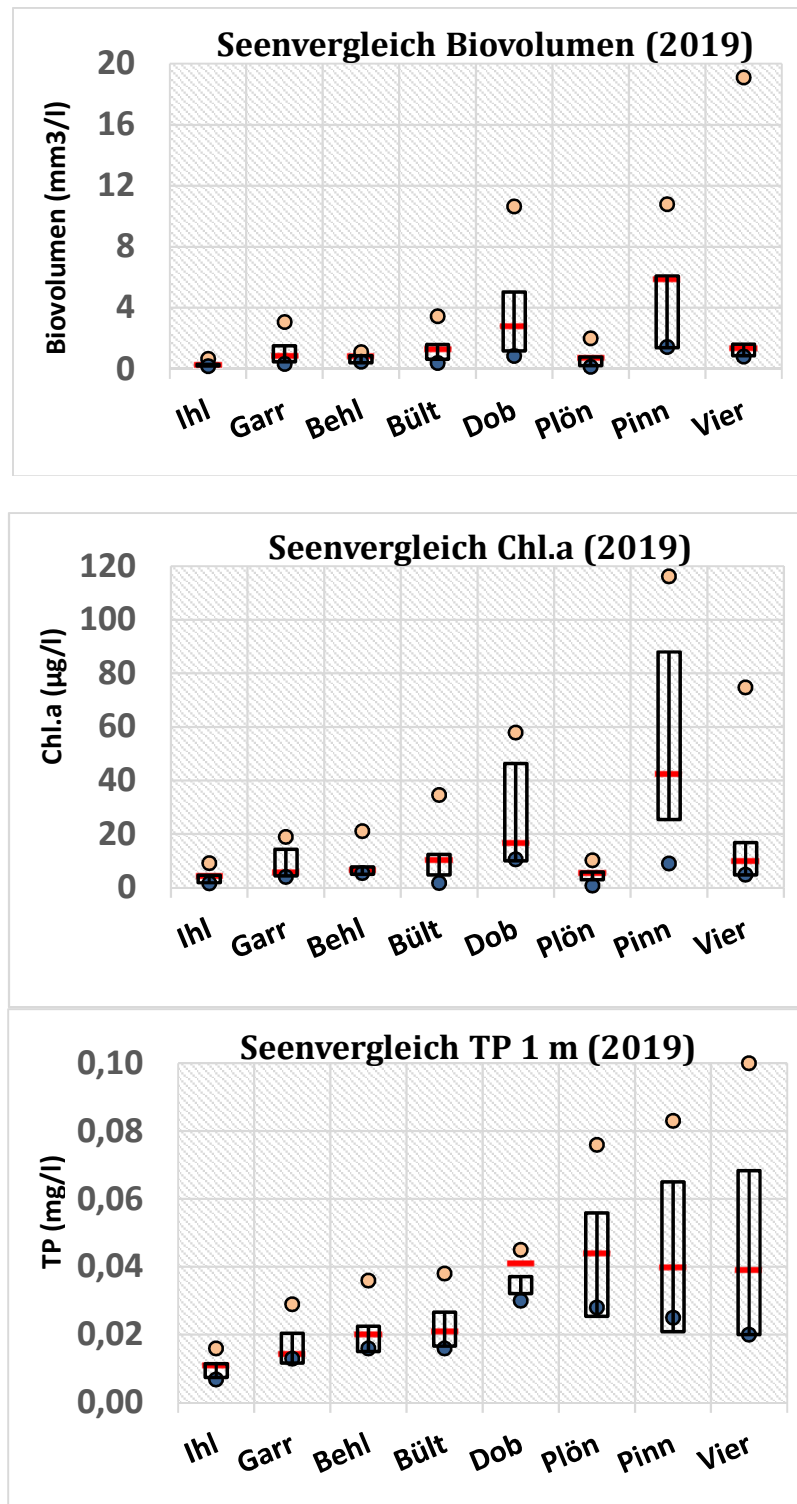


Abb. 1: Reihung der 8 See-Messstellen 2019, Los 1, hinsichtlich des **Phytoplankton-Biovol.** (oben), **Chl.a** (Mitte), und **Gesamtposphor (TP)** in 1 m Tiefe (unten), über den gesamten Untersuchungszeitraum 2019 (n=7) durch ein Kastendiagramm (Boxplot): Mediane (roter Querstrich), 25- und 75%-Perzentil (Kasten) und Min- und Max-Werte (Kreise), nach TP sortiert.

Abkürzungen: Bült=Bültsee, Behl=Behlendorfer See, Vier=Vierer See, Gar=Garrensee, Dob=Dobersdorfer See, Ihl=Ihlsee, Pinn=Pinnsee, Plön=Gr.Plöner See Südtteil.

5.1.3 Zooplankton

In den untersuchten Seen wurden im aktuellen Jahr 2019 insgesamt 72 Metazooplankton-Taxa nachgewiesen, darunter 43 Rädertier-, 15 Cladoceren-, 14 Copepoden-Taxa sowie zusätzlich 2 Taxa aus der Kategorie „Sonstige“. Im Mittel wurden **43 Taxa pro See** erfasst, wobei der Dobersdorfer See mit 38 die niedrigsten Taxazahlen aufweist, der Gr. Plöner See mit 48 die höchsten (Abb. 2). Insgesamt sind die Unterschiede in der Taxazahl zwischen den Seen relativ gering. Erstaunlich vorab – im Vergleich zu früheren Jahren – ist die relativ hohe Taxazahl im Pinnsee.

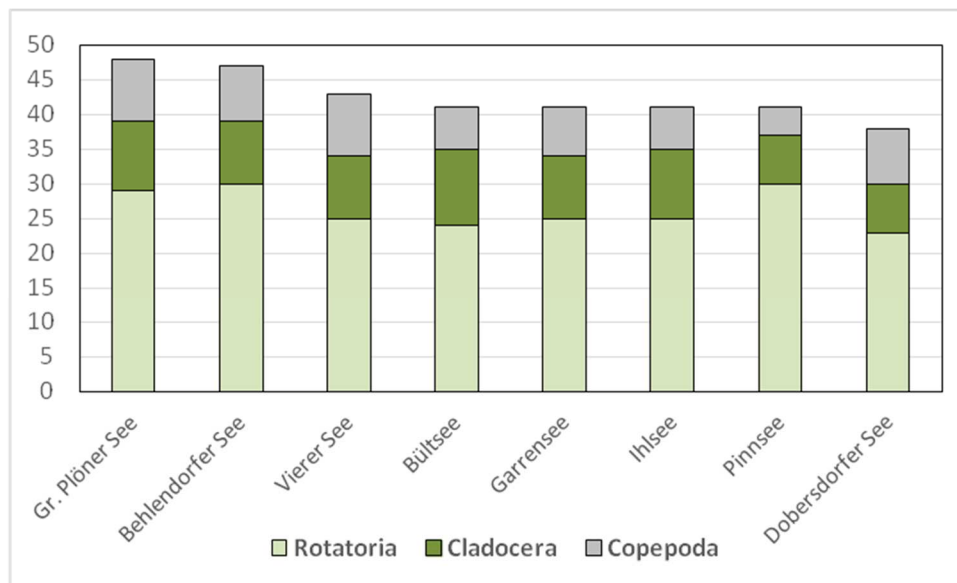


Abb. 2: Anzahl der nachgewiesenen Taxa in den untersuchten Seen im Jahr 2019, Los 1. Seen-Reihenfolge in absteigender Taxazahl.

Hinsichtlich der Abundanz stellen die Rotatorien mit durchschnittlich gut 90 % den überwiegenden Teil des Metazooplanktons (Abb. 3, links). Bei der Biomasse kehrt sich das Bild um; hier stellen die Crustaceen mit ca. 90 % bei weitem den größten Biomassen-Anteil (Abb. 3, rechts).

Die mittlere Biomasse (berechnet über alle untersuchten Seen) liegt bei ca. 105 $\mu\text{g TM L}^{-1}$ (Median 112 $\mu\text{g L}^{-1}$) und damit im niedrigen (unteren mesotrophen Bereich). Die Biomassen-Spanne (Spanne der Mediane) beträgt zwischen 12 $\mu\text{g TM/L}$ (Median Gr. Plöner See Süd) und ca. 197 $\mu\text{g TM/L}$ (Median Bültsee) (Abb. 4). In Abb. 5 ist die Vermutung sichtbar, dass die Netzzuglänge zumindest im Gr. Plöner See einen Einfluss auf die Höhe der Biomasse hat (siehe Diskussion).

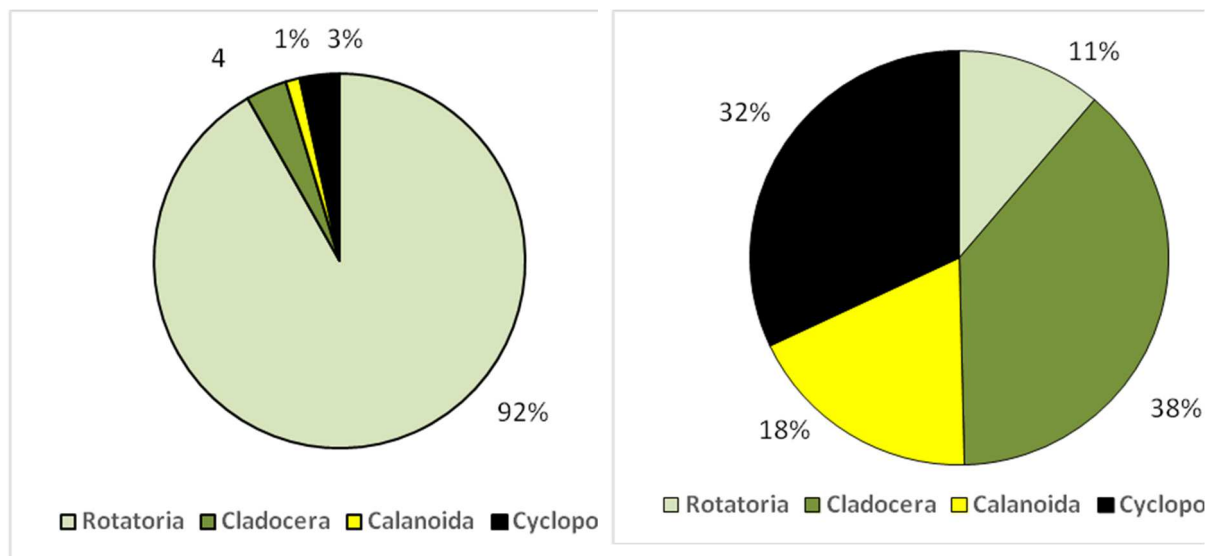


Abb. 3: Durchschnittliche Abundanz-Anteile (**links**) sowie durchschnittliche Biomassen (Trockenmassen)-Anteile (**rechts**) der 4 taxonomischen Großgruppen: Mittelwert von allen 2019 untersuchten Seen, Los 1 (Mittel jeweils aller 7 Proben eines Sees).

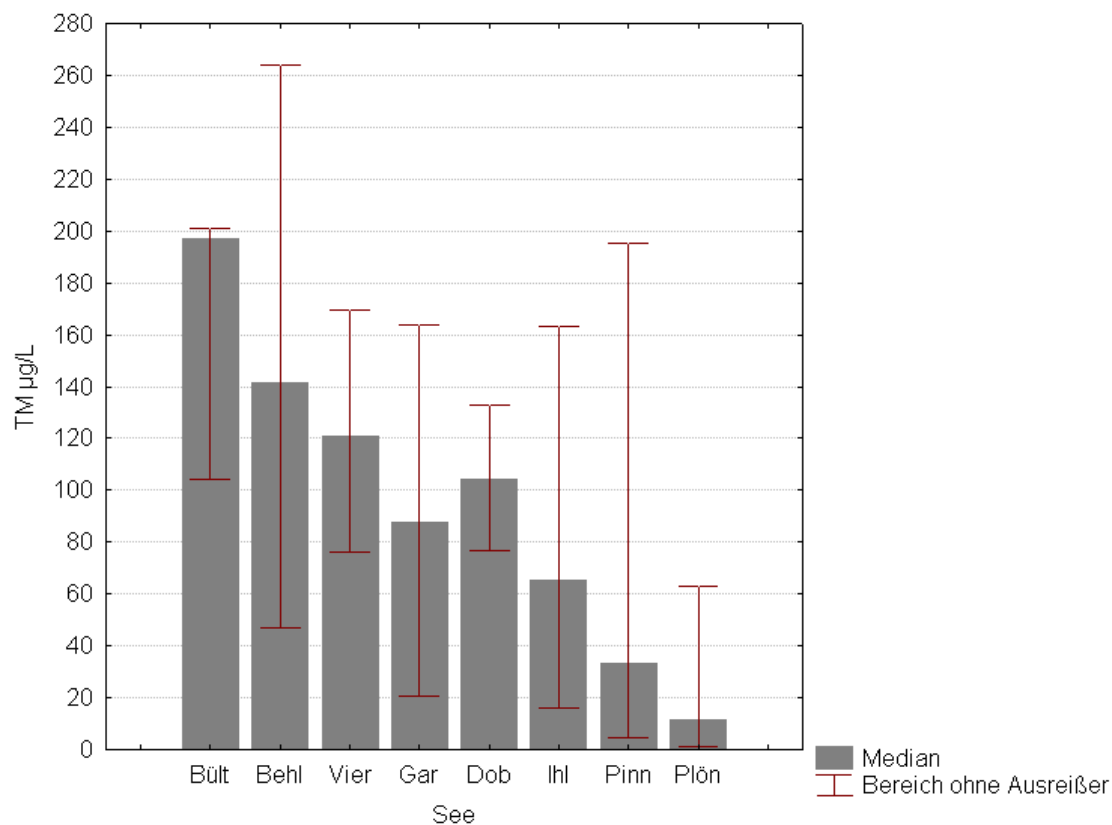


Abb. 4: Durchschnittliche Biomassen (Trockengewichte, Median mit 25- und 75%-Box-Whisker) in den untersuchten Seen 2019, Los 1 (Mittel jeweils aller 7 bzw. 9 Proben eines Sees).

Abkürzungen: Bült=Bültsee, Behl=Behlendorfer See, Vier=Vierer See, Gar=Garrensee, Dob=Dobersdorfer See, Ihl=Ihlsee, Pinn=Pinnsee, Plön=Gr.Plöner.

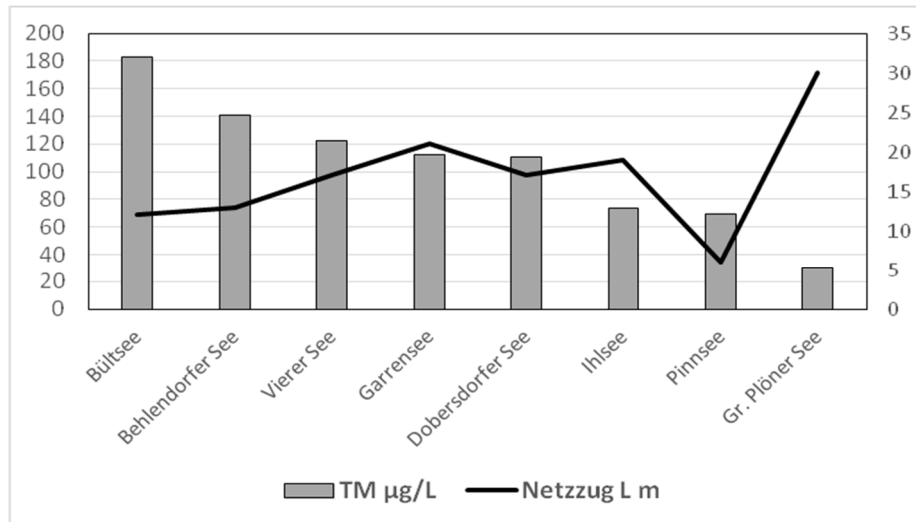


Abb. 5: Mediane der Trockenmassen (=TM, als Balken, linke Achse) mit Netzzuglängen (schwarze Linie in Meter, rechte Achse) in den untersuchten Seen 2019, Los 1 (Mittel jeweils aller 7 bzw. 9 Proben eines Sees).

Der Median des **GIC** (bzw. **MCM**) über die Vegetationsperiode liegt (berechnet für alle untersuchten Seen) mit $4,3 \mu\text{g Ind.}^{-1}$ im mittleren bis unteren Bereich, wobei bezogen auf die gesamte Messperiode der Garrensee, der Ihlsee und der Vierer See $5-6 \mu\text{g/Ind.}$ aufweisen (Abb. 6) was grob der Masse einer 1 mm langen Daphnie entspricht. Im Pinnsee ist der GIC am niedrigsten (Median $1,13 \mu\text{g/Ind.}$); in diesem See besteht das Cladoceren-Plankton nur aus kleinen Arten (vgl. Steckbrief Kap. 5.9).

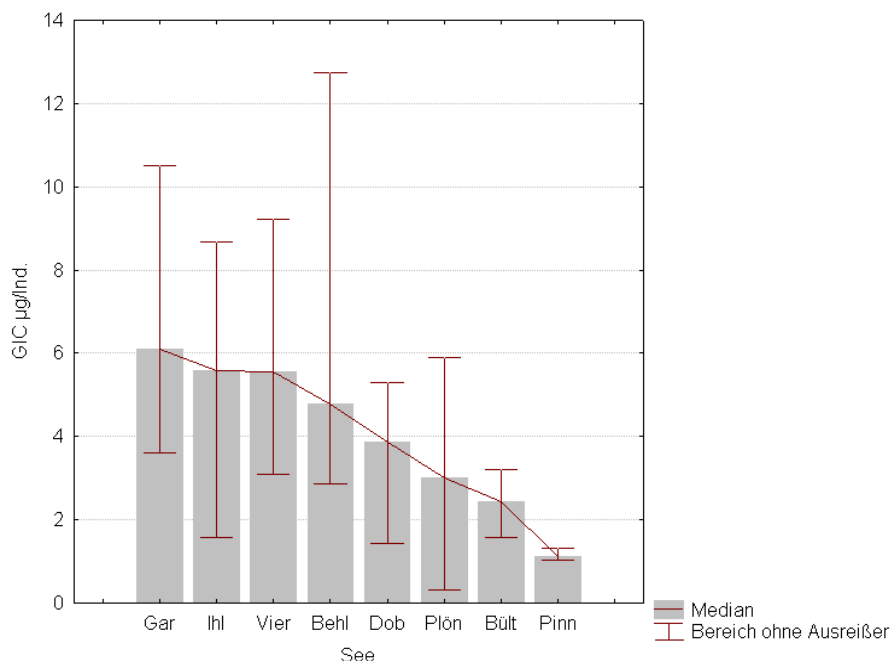


Abb. 6: Durchschnittlicher Cladoceren-Größenindex (GIC = mittlere Trockenmasse pro Cladoceren-Individuum) der untersuchten Seen 2019, Los 1; gesamter Messzeitraum; Mediane mit Box - Whisker (75 und 95 %).-

Abkürzungen: Bült=Bültsee, Behl=Behlendorfer See, Vier=Vierer See, Gar=Garrensee, Dob=Dobersdorfer See, Ihl=Ihlsee, Pinn=Pinnsee, Plön=Gr.Plöner.

Hohe ($>5 \mu\text{g}/\text{Ind.}$) GIC-Werte im Hochsommer (Juli, August) weisen ebenfalls der Garrensee, der Ihlsee und der Vierer See sowie der Dobersdorfer See auf, wobei im letztgenannten See der GIC deutlich von den Glaskrebsen bestimmt wird.

Beim Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse für den gesamten Untersuchungszeitraum ergeben sich niedrige Mediane ($<10 \text{ %/d}$) mit vergleichsweise geringen Schwankungen für den Großen Plöner, den Pinnsee und den Dobersdorfer See (Abb. 7). Gute Umsatzraten ($>$ oder annähernd 40 %/d) weisen der Behlendorfer See, der Ihlsee und der Bültsee auf. Garrensee und Vierer See liegen im Mittelfeld.

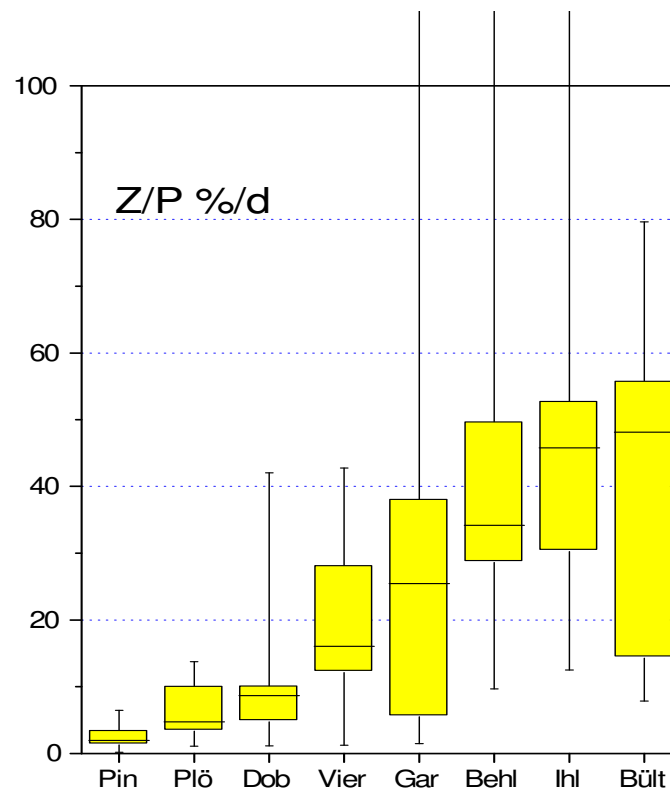


Abb. 7: Durchschnittlicher Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse (Z/P) in den untersuchten Seen 2019, Los 1 (gesamter Messzeitraum) (Mediane mit 75 und 95 % Perzentilen).

Abkürzungen: Pin = Pinnsee, Plö = Gr. Plöner See Süd, Dob = Dobersdorfer See, Vier = Vierer See, Gar = Garrensee, Behl = Behlendorfer See, Ihl = Ihlsee, Bült = Bültsee.

5.2 Ergebnisse zu den Indices Di-Prof, PhytoSee und PhytoLoss

5.2.1 Diatomeen-Index (Di-Prof)

Von allen 8 entnommenen Proben des Profundalschlammes 2019 wurden mikroskopische Analysen durchgeführt und anschließend der Di-Prof (=Diatomeenindex auf der Basis planktischer Diatomeen aus dem Profundal) berechnet. Im Vorfeld wurden die Messstellen einem Seetyp nach MISCHKE et al. (2008) bzw. MISCHKE et al. (2015) zugeordnet.

Die Arten sind im Anhang je Messstelle aufgelistet, wobei die „alte“ DV-Liste von Okt. 2007 verwendet wurde, da der Di-Prof noch mit diesen DV-Nummern berechnet wird. Im Ergebnisteil zum Plankton jedes Sees (folgende Kap. 5.3 – 5.10) sind im jeweiligen Unterkapitel „Phytoplankton“ die wichtigen Arten des Profundalschlammes im Vergleich zu den gefundenen Pelagialdiatomeen der Lugolprobe beschrieben.

Die Werte für den Di-Prof (= Di-Prof Ist) schwanken zwischen -2,7 (Pinnsee) und 3,5 (Dobersdorfer See) (Tab. 6). Die Werte für den Pinnsee und Garrensee sind nicht bewertbar bzw. sehr eingeschränkt zu beurteilen, da diese Seen deutlich andere Kriterien als die übrigen Seen aufweisen (Fläche, Kalk- und Salzgehalt). Zudem ist die Anzahl der Indikatorarten mit jeweils 2 sehr gering.

Tab. 6: Istzustand des DiProf und daraus resultierende ökolog. Zustandsklasse (Bewertung DiProf = Note) für 8 See-Messstellen in Schleswig-Holstein für das Jahr 2019, Los 1.

Erläuterungen: H/G = Referenztrophie an der Grenze zwischen Zustandsklasse 1 (high) und 2 (good). N Indik DiProf = Anzahl Indikatorarten. Bew.Di-Prof = Di-Prof-Bewertung = Di-Prof-Note. * = eingeschränkte Bewertung

MS-Nr	Seebecken	See- typ	H/G	Di-Prof Ist	Bew. Di- Prof	Di_Prof verbal	N Indikat. Di-Prof
129027	Behlendorfer See	13	1,75	2,61	3,22	mäßig	12
129004	Bültsee	11	2,5	2,84	2,19	gut	7
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	14	2,5	3,48	3,46	mäßig	13
129002	Garrensee*	13	1,75	1,03	(0,06)*	sehr gut	2
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	13	1,75	3,13	4,25	unbefriedig.	14
129052	Ihlsee, Bad Segeberg	13	1,75	2,37	2,74	mäßig	7
129063	Pinnsee	10	2,25	-2,72	(-8,44)*	sehr gut	2
129050	Vierer See	10	2,25	2,67	2,34	gut	11

Seenbewertung anhand des DiProf

Anhand des Diatomeen-Profundal-Indexes (Di-Prof Ist) kann nach SCHÖNFELDER 2006 (siehe auch MISCHKE et al. 2008) eine See-Bewertung durchgeführt werden (Einstufung der Seen in eine ökologische Zustandsklasse = Di-Prof-Bewertung = Di-Prof-Note). Die Ergebnisse der See-Bewertung sind folgende (Tab. 6):

- Zwei Messstellen wurden gut eingestuft (Bültsee, Vierer See)
- Drei Seen wurden in die Klasse 3 („mäßig“) eingestuft (Behlendorfer See, Dobersdorfer See vor Schlesien, Ihlsee).
- Der Große Plöner See, Südteil, wurde mit „unbefriedigend“ eingestuft.
- Der Pinnsee und Garrensee, die durch die Berechnung „sehr gut“ eingestuft wurden, sind nicht bzw. sehr eingeschränkt zu bewerten (s.o.).

Zu beachten ist: Der Di-Prof wird nur aus Daten einer Einzelprobe im Herbst berechnet und hat ein eigenes Kalibrierungssystem. Daher ist die Di-Prof-Bewertung des Sees fakultativ (siehe auch Methodik, Kap. 4.3). Der Di-Prof und seine Bewertung wurden zudem seit 2006 bezüglich der Indikatoreigenschaften der Arten und/oder der Klassengrenzen trotz verbesserter Datenlage nicht mehr verändert, während der PSI verschiedene Anpassungen durchlief. Vor diesem Hintergrund ist eine Beurteilung der Di-Prof-Bewertung im Vergleich mit dem PSI schwierig.

5.2.2 Phyto-Seen-Index (PSI)

Für alle Seen wurden die Kriterien für eine Seenbewertung anhand des Phytoplanktons erfüllt, ausgenommen der Bültsee, Garrensee, Ihlsee und besonders der Pinnsee wegen zu geringer Seefläche (< 50 ha) und zudem besonders der Garrensee und Pinnsee wegen deutlicher Kalkarmut.

Die Seenbewertung mit dem **PSI** (PhytoSee 7.0 vom 15.12.2017) ergab für die einzelnen Seen (ohne Di-Prof und ohne Einbeziehung der fachgutachterlichen Plausibilitätsprüfung) folgende Einstufung (Tab. 7):

Tab. 7: Gesamtbewertung (PSI ohne und mit DI-PROF) und mittlere Anzahl der Indikatorarten für 8 See-Messstellen in Schleswig-Holstein, Los 1, für das Jahr 2019 (Proben-Zeitraum März bis Nov.; Programmversion **PhytoSee 7.0** (15.12.2017).- Sortierung nach dem Gewässernamen..

*: Bewertbarkeit eingeschränkt aufgrund zu geringer Seefläche und/oder Kalkarmut.

Typ_Nr	Gewässername	PSI ohne DiProf	Gesamt- bewertung verbal stufig	PSI mit DiProf	Beprobung konform?	Anzahl Indikator- taxa
PP 13	Behlendorfer See, tiefste Stelle	2,22	gut	2,45	incl. Märzprobe	14,0
PP 11.2	Bültsee, tiefste Stelle*	(1,22)	(sehr gut)	1,39	incl. Märzprobe	10,1
PP 14	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	3,38	mäßig	3,39	incl. Märzprobe	19,6
PP 13	Garrensee, tiefste Stelle*	2,55	mäßig	2,07	incl. Märzprobe	7,8
PP 13	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	2,12	gut	2,61	incl. Märzprobe	8,7
PP 13	Ihlsee, tiefste Stelle*	(1,14)	(sehr gut)	1,51	incl. Märzprobe	9,1
PP 10.1	Pinnsee, tiefste Stelle*	3,42	mäßig	3,15	incl. Märzprobe	4,1
PP 10.1	Vierer See ,tiefste Stelle	3,19	mäßig	3,12	incl. Märzprobe	9,9

- **Sehr guter** ökologischer Zustand für den Bültsee und Ihlsee, wobei diese Bewertung eingeschränkt ist.
- **Guter** ökologischer Zustand für den Behlendorfer See und Großen Plöner see, Südteil.
- **Mäßiger** ökologischer Zustand für den Dobersdorfer See, Vierer See und Garrensee (Garrensee: eingeschränkte Bewertung).

Einzelindices im Überblick

Der Gesamtindex PSI setzt sich aus vier Teil-Metrics zusammen, die je nach Seetyp unterschiedlich gewichtet sind und den PSI ergeben (siehe Methodik, Kap. 4.3). Im Folgenden ist für die 8 See-Messstellen in Tab. 8 neben dem Gesamtindex (PSI) die Seebewertung anhand jedes Teilmetrics dargestellt.

Die Bewertung anhand des **Di-Prof** weicht von allen Teilmetrics am stärksten ab. Dies ist erklärlich, da dieser Bewertung die Analyse einer einmalig entnommenen Schlammprobe zugrunde liegt und die Bewertung gesondert entwickelt wurde (siehe Methodik). Die stärksten Schwankungen der Seebewertung unter den Teilmetrics zeigen sich beim Pinnsee, deren Bewertbarkeit ohnehin stark eingeschränkt ist, während die geringsten Schwankungen beim restaurierten Behlendorfer See zu beobachten sind

Tab. 8: Bewertung (PSI und Einzelmetrics) für 8 See-Messstellen in Schleswig-Holstein, Los 1, für das Jahr 2019 (Proben-Zeitraum März bis Novemberr; Programmversion PhytoSee 7.0 vom 15.12.2017).- Sortierung nach dem Gewässernamen.

*: Bewertbarkeit eingeschränkt aufgrund zu geringer Seefläche und/oder Kalkarmut. **: nicht bzw. sehr eingeschränkt bewertbar (siehe Tab. 6)

Typ-Nr	Gewässernamen	PSI ohne DiProf	PSI mit DiProf	Biomasse-Metrik	Algen-klassen-Metrik	PTSI-Bew.	Di-Prof-Bew.
PP 13	Behlendorfer See, tiefste Stelle	2,22	2,45	2,28	2,09	2,27	3,22
PP 11.2	Bültsee, tiefste Stelle*	(1,22)	(1,39)	1,32	0,93	1,45	2,19
PP 14	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	3,38	3,39	3,50	2,72	4,15	3,46
PP 13	Garrensee, tiefste Stelle*	(2,55)	(2,07)	2,55	2,78	2,30	0,50**
PP 13	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	2,12	2,61	1,56	1,83	3,16	4,25
PP 13	Ihlsee, tiefste Stelle*	(1,14)	(1,51)	1,29	0,50	1,59	2,74
PP 10.1	Pinnsee, tiefste Stelle*	(3,42)	(3,15)	4,95	1,64	3,15	0,50**
PP 10.1	Vierer See ,tiefste Stelle	3,19	3,12	3,89	3,07	2,40	2,34

5.2.3 PhytoLoss-Bewertung

Eine Zusammenfassung der wichtigsten über das Modul PhytoLoss ausgegebenen Indices zeigt Tab. 9, Abb. 8 und Abb. 9.

Einen guten (Ihlsee) bis mindestens mittleren (Bültsee) Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse sowie hohe Grazing Potentiale (und damit einen starken Fraßdruck auf das fressbare Phytoplankton) zeigen die mittels PSI als „sehr gut“ eingestuften Seen. Die niedrigsten Umsätze von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse sowie sehr niedrige Grazing Potentiale weisen mit dem Pinnsee und Dobersdorfer See die am schlechtesten mittels PSI eingestuften Seen. Der Futterqualitätsindex für Cladoceren ist im Bültsee am niedrigsten, im Pinnsee am höchsten. Ein hoher Fisch-Prädationsdruck wurde für den Bültsee und Pinnsee errechnet, ein vergleichsweise geringer Fischprädatonsdruck für den Dobersdorfer See, Garrensee, Ihlsee und Vierer See.

Tab. 9: Überblick über die mittels des Moduls PhytoLoss errechneten Indices für die Seen S.-H. 2019, Los 1- Sommersituation (24.06.-07.10.). Stark ausgeprägte niedrige Effektklassen in den Spalten von Z/P bis FQI sind braun hinterlegt, stark ausgeprägte, hohe Effektklassen hellblau. Beim FPI sind stark ausgeprägte hohe Effektklassen (hoher Fraßdruck durch Fische) rot hinterlegt, niedrige Effektklassen blau (die Bewertung mittels PSI ist angefügt).

Gewässername	Z/P	CGI	MGI	FQIC	FQI	FPI	verbale Bewert. PSI	PSI
Behlendorfer See	4	4	4	2,8	2,8	4	gut	2,22
Bültsee	4	5	5	1,4	2,8	5	sehr gut	1,22
Dobersdorfer See	2	1	2	2,1	2,8	3	mäßig	3,38
Garrensee	3	2	2	2,1	2,8	3	mäßig	2,55
Gr. Plöner See	3	3	4	2,8	2,1	4	gut	2,12
Ihlsee	5	5	5	2,8	2,8	3	sehr gut	1,14
Pinnsee	1	1	1	3,5	2,8	5	mäßig	3,42
Vierer See	4	4	4	2,8	2,8	3	mäßig	3,19

Abb. 8 zeigt nochmals die nach PhytoLoss errechneten Indices gruppiert nach den PSI Werten. Es ergibt sich eine Abnahme des Umsatzes von Phytoplankton- in Zooplankton-Biomasse sowie eine Abnahme der Grazing Potentiale von den sehr gut bewerteten Seen hin zu den als mäßig bewerteten Seen. Die Futterqualität für Cladoceren ist (aufgrund des niedrigeren Fraßdruckes seitens des Zooplanktons auf das Phytoplankton) in den als gut und mäßig bewerteten Seen etwas höher als in den sehr gut bewerteten Seen. Der Prädatonsdruck durch Fische auf das Zooplankton ist in den mäßig bewerteten Seen im Durchschnitt eher niedrig, in dem als sehr gut bis gut bewerteten See etwa moderat.

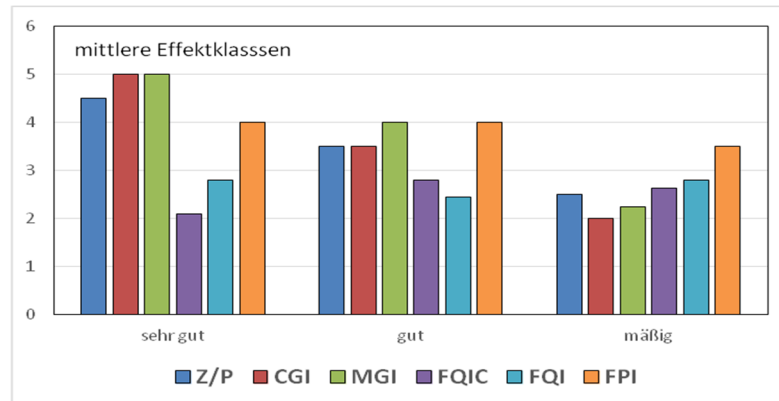


Abb. 8: Mittelwerte der PhytoLoss-Indizes für die über den PSI als sehr gut, gut und mäßig eingestuft Seen. Los 1; Jahr 2019. Berechnung erfolgte über die Sommerwerte (Durchschnitt der Werte zwischen dem 24.06. bis 07.10.).

In Abb. 9 wurden für die mittels PSI als sehr gut, gut und mäßig bewerteten Seen in jeweils einer Teilabbildung zusammengefasst. Bei den als gut bis sehr gut bewerteten Seen liegen die Umsätze von Phytoplankton in Zooplanktonmasse und die Grazing Potentiale mindestens im moderaten Bereich. Bei den als mäßig bewerteten Seen sind die oben genannten Indizes allenfalls moderat (Vierer See), überwiegend aber im niedrigen Bereich.

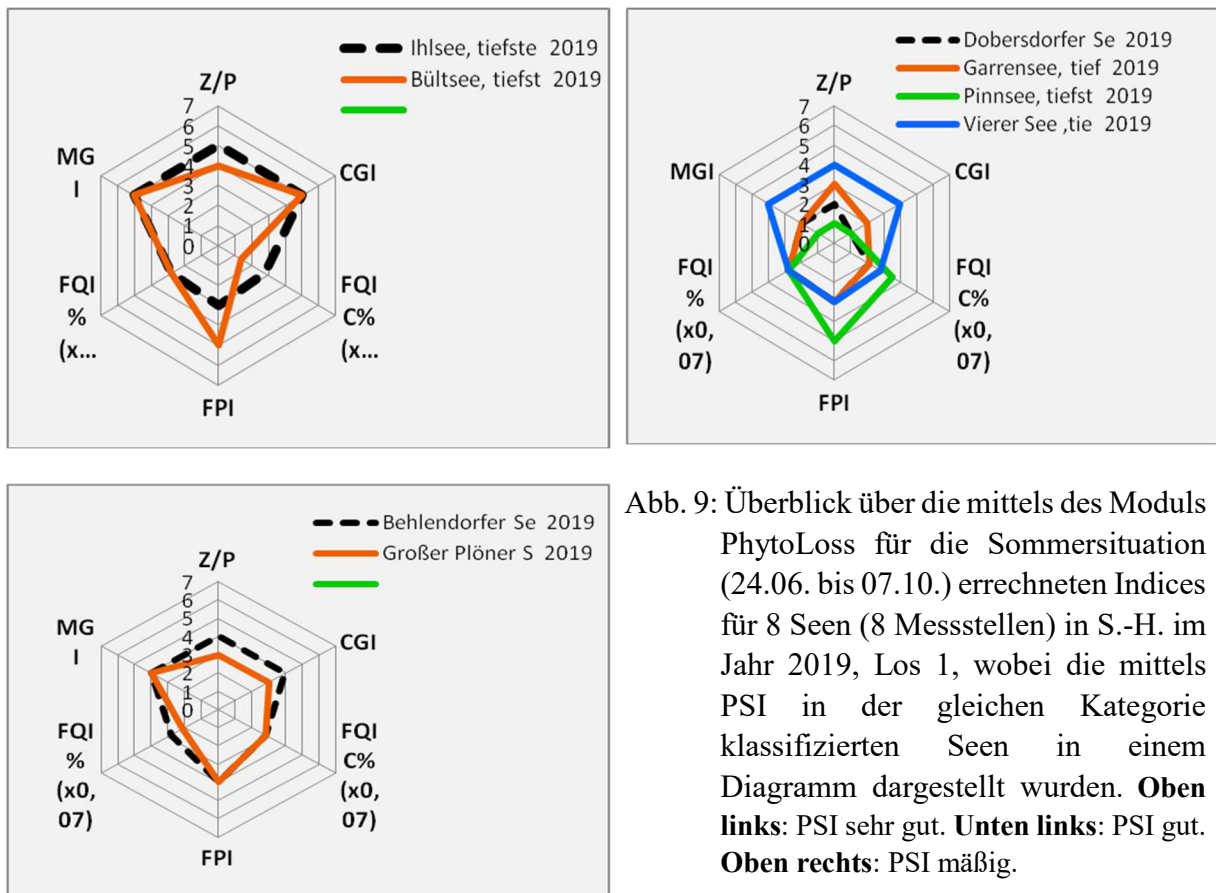
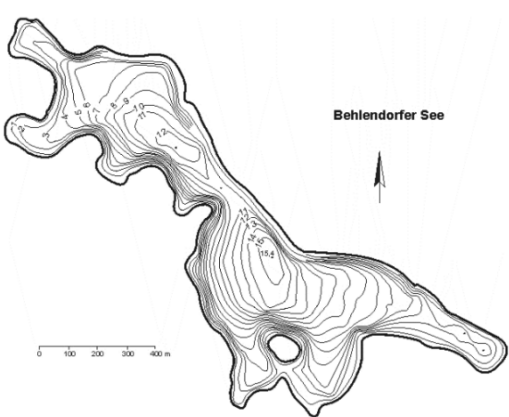
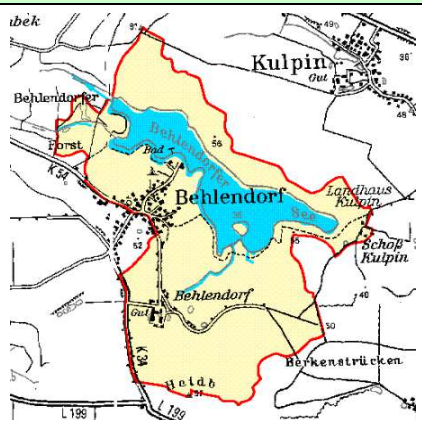


Abb. 9: Überblick über die mittels des Moduls PhytoLoss für die Sommersituation (24.06. bis 07.10.) errechneten Indices für 8 Seen (8 Messstellen) in S.-H. im Jahr 2019, Los 1, wobei die mittels PSI in der gleichen Kategorie klassifizierten Seen in einem Diagramm dargestellt wurden. **Oben links:** PSI sehr gut. **Unten links:** PSI gut. **Oben rechts:** PSI mäßig.

5.3 Behlendorfer See

Stammdaten (oben), limnochemische und biologische Mittelwerte + Indices 2019 (unten)					
Seetyp (Plkt.)	VQ [km ² 10 ⁶ m ⁻³]	See-Fläche [km ²]	Tiefe-mittel [m]	Tiefe-max [m]	th. Verweilzeit [a]
13	0,9	0,63	6,2	15,4	3,3
TP _{1m} [mg/l]	Sichttiefe [m]	Chl a Z _{integr.} [µg/l]	BV Z _{integr.} [mm ³ /l]	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
0,023	3,0	8,8	0,8	2,3	2,22 (gut)
Tiefenkarte und oberirdisches Einzugsgebiet					
					

Der 63 ha große Behlendorfer See liegt westlich von Ratzeburg in einer Senke und ist ein Grundmoränensee inmitten einer stark reliefierten Grundmoränenlandschaft, mit starker Zerlappung (Uferentwicklung 1,9). Das relativ kleine Einzugsgebiet ist vornehmlich landwirtschaftlich geprägt (weitere Informationen siehe auch ARP & KOPPELMEYER 2004 und 2005).

Im Dezember 2009 wurde der See restauriert (Nährstoffbindung mit dem Fällmittel Bentophos®; Daten und Informationen dazu beim LLUR). Neben dieser Nährstofffällung wurden zur gleichen Zeit 4 t Weißfische entnommen.

Der Behlendorfer See war 2019 bis im Mittel 4,4 m Tiefe zu etwa 63 % mit Unterwasserpflanzen bedeckt, wobei die Armleuchteralgen (Characeen) jedoch spärlich wachsen (< 1 % Deckung). Der Deckungsgrad hat sich nach 2016 deutlich erhöht, jedoch vor allem mit eutraphenten Arten (STUHR et al. 2020).

5.3.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen März und Oktober 2019 wurden 7 tiefenintegrierte Mischproben (0-6 m bis 0-9,8 m) entnommen. Der See weist geringe Chl.a-Gehalte und Biovolumina auf (Saisonmittel: 8,9 µg l⁻¹ Chl.a und 0,79 mm³ l⁻¹ Biovolumen). Im Frühjahr dominieren vor allem Cryptophyceen

(Schlundalgen), während im Sommer/Herbst Cyanobakterien (Blaualgen) mit zahlreichen Arten am stärksten vertreten sind, daneben weniger stark auch Dinophyceen (Hornalgen). Verschiedene andere Algengruppen wie Bacillariophyceen (Kieselalgen), Chlorophyceen (Grünalgen) und Haptophyceen treten phasenweise verstärkt auf (Abb. 10). Insgesamt wurden 81 verschiedene Taxa identifiziert.

Ein relativ ausgeprägter Frühjahrspeak des Chl.a war im Biovolumen weniger stark sichtbar. Neben Cryptophyceen als der Hauptgruppe war bei den Chlorophyceen vor allem *Chlamydomonas* in der Biomasse stark vertreten und bei den Bacillariophyceen die Art *Cyclotella balatonis*. Diese Dominanzen, ausgenommen *Chlamydomonas*, setzten sich bis zum April bei insgesamt abnehmenden Biomassen fort.

Ab Mai traten erstmalig Cyanobakterien gehäuft auf, im Mai v.a. Picoplankter (*Aphanocapsa*, *Aphanothece*), die dann im September und Oktober noch stärker vertreten waren (zusammen 20 und 22 % Anteil an der Gesamtbiomasse). Auch nostocale Blaualgen traten auf, in höheren Anteilen aber erst im Juli und August (8 und 19 % Anteil an der Gesamtbiomasse). Hauptart war deutlich *Aphanizomenon flos-aquae*. Die dritte wichtige Gruppe der Blaualgen, die Oscillatoriales mit den Hauptformen *Limnithrix rosea* und *Planktothrix*, war im August und September stark vertreten. In dieser Phase im Hochsommer, wenn die Schichtung im See am stabilsten ist, ist zu vermuten, dass beide Taxa sich im Metalimnion, teils als Tiefenchlorophyllmaximum (DCM), eingenischt hatten. DCMs bildeten sich im Behlendorfer See im Hochsommer bis zum Oktober im Tiefenbereich 7 bis 10 m (Daten vom LLUR).

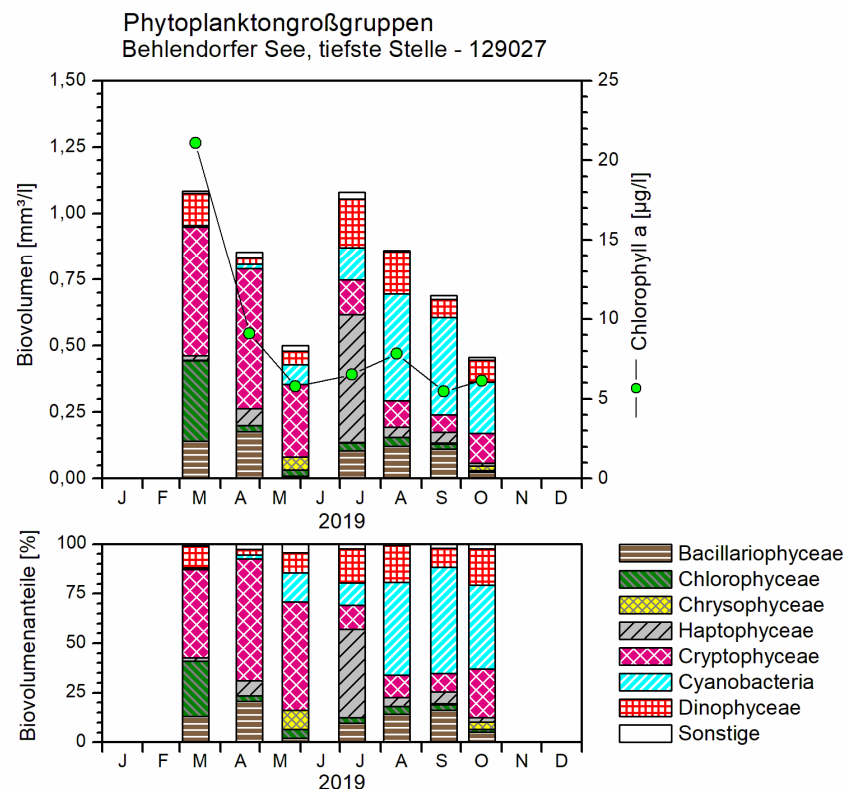


Abb. 10: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Behlendorfer Sees im Jahr 2019.
Oben: Absolute Biovolumina und Chlorophyll a. Unten: Prozentuale Anteile Biovolumen.

Im Herbst waren dann bei den Blaualgen neben den Picoplanktern erstmalig Chroococcales mit *Microcystis* und *Radiocystis geminata* stärker zu finden.

Profundalدياتomeen

Die gesondert entnommene Probe der Profundalدياتomeen vom 17.10.2019 wurde wie in den Vorjahren (2017 und 2016) großteils von der kleinzelligen Art *Stephanodiscus minutulus* (38 % Anteil an den gezählten Schalen) geprägt. Daneben traten *Fragilaria crotonensis* (26 % Anteil), *Asterionella formosa* (18 %) und *Cyclotella balatonis* (10 %) stark hervor. Informationen zur Auswertung der Profundalدياتomeen mittels DiProf finden sich in Kap. 5.2.1

PhytoSee-Bewertung

Im Rahmen der EU-WRRL wurde der Behlendorfer See im Jahr 2019 mittels der Qualitätskomponente Phytoplankton mit „gut“ eingestuft. Die Einstufung des Sees ist gerechtfertigt, da die Planktongehalte (Chl. a und Biovolumen) in der gesamten Saison gering sind und oligotrophente Arten, auch bei den Cyanobakterien, phasenweise im Jahr auftraten.

5.3.2 Ergebnisse Zooplankton

Im **Behlendorfer See** wurden von März bis November 7 Zooplanktonproben entnommen; der See wurde bis 13 m Tiefe beprobt.

Insgesamt wurden 47 Taxa des Metazooplanktons nachgewiesen (30 Rädertier-Arten, 9 Cladoceren- und 8 Copepoden-Arten). Büchelmücken-Larven sowie Larven der Dreikantmuscheln waren ebenfalls präsent. Der See gehört daher zu den artenreichen Seen. Größere, vagile Ciliaten waren präsent, aber nur in geringer Dichte (< 4 Ind./L).

Bei den **Rädertieren** dominieren im März/April Arten der Gattung *Keratella*, insbesondere *K. cochlearis* und *K. quadrata*. Im Mai wird *Kellicottia longispina* zusammen mit *Keratella cochlearis* und Flossenrädertieren (*Polyarthra* spp.) bildbestimmend. Das Sommer- und Herbstplankton wird wiederum durch *Keratella cochlearis* und Flossenrädertiere dominiert. Nahrungsspezialisten sind artenreich vertreten, aber anteilig vergleichsweise selten.

Das **Cladoceren**-Plankton wird über den gesamten Untersuchungszeitraum von Daphnien (*D. galeata* und *D. hyalina/obscura* Morphen) dominiert. Rüsselkrebse (*Bosmina longirostris*; *B. coregoni coregoni*), Ceriodaphnien (*C. quadrangula*) sowie *Diaphanosoma brachyurum* sind präsent, spielen aber in ihren Anteilen am Cladoceren-Plankton nur eine deutlich untergeordnete Bedeutung.

Das **Copepoden**-Plankton wird im Frühjahr durch *Cyclops* Arten (insbesondere *C. kolensis*) und den calanoiden Copepoden *Eudiaptomus gracilis* bestimmt. Im Sommer und Herbst sind *Themocyclops oithonoides*, *Mesocyclops leuckarti* und *T. crassus* dominant.

Die Abundanzen aller taxonomischen Großgruppen sind als niedrig zu bezeichnen. Die mittlere Abundanz der Rädertiere liegt bei 168 Ind./L, die der Cladoceren bei 8 und die der Ruderfußkrebse bei 14 bis 15 Ind./L.

Die **Biomasse** des Metazooplanktons liegt im Behlendorfer See im mittleren Bereich; der Median beträgt 142, der Mittelwert 141 $\mu\text{g TM/L}$. Die höchsten Biomassen werden mit 264 $\mu\text{g TM/L}$ Ende Mai erreicht. Starke Massenbildner sind im März/April die cyclopoiden Ruderfußkrebse, im Mai sowie in den Monaten August bis Oktober die Cladoceren. Rädertiere und calanoide Ruderfußkrebse sind vergleichsweise schwach vertreten. Larven der Büschelmücken sind gegen Ende des Untersuchungszeitraumes deutlich an der Bildung Zooplanktonmasse beteiligt (Abb. 11).

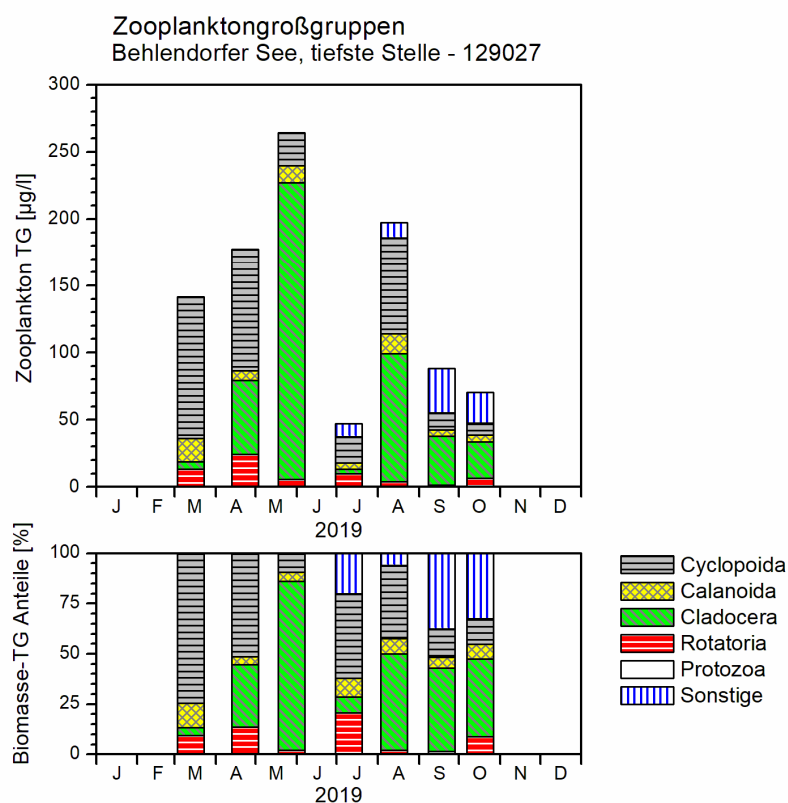


Abb. 11: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons für den Behlendorfer See im Jahr 2019. Basis ist die Biomasse der gesamten Wassersäule an der tiefsten Stelle. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

Nahrungsnetz nach PhytoLoss

Der Cladoceren-Größenindex (**GIC**) liegt im Hochsommer (Juli / August) bei 2,87 bzw. 4,79 $\mu\text{g TM/Ind.}$, bezogen auf den gesamten Untersuchungszeitraum bei 4,79 $\mu\text{g TM/Ind.}$ und damit im mittleren (bis unteren) Bereich. Der über das PhytoLoss Verfahren errechnete **FPI** (Umkehrung vom GIC) indiziert mit Effektklasse 4 eher mittlere Fischfraß-Effekte (Abb. 12).

Der Grazing-Druck seitens des Zooplanktons auf das fressbare Phytoplankton ist moderat ausgeprägt (**MGI** und **CGI** = Effektklasse 4), der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplankton-Masse ist ebenfalls moderat (**Z/P** = Effektklasse 4). Die Futterqualität für das Zooplankton ist aufgrund des „nur“ moderaten Fraßdruckes relativ hoch (**FQI** und **FQIC** = Effektklasse 2,8, Anteil des fressbaren Phytoplanktons = 40 %;) (Abb. 12).

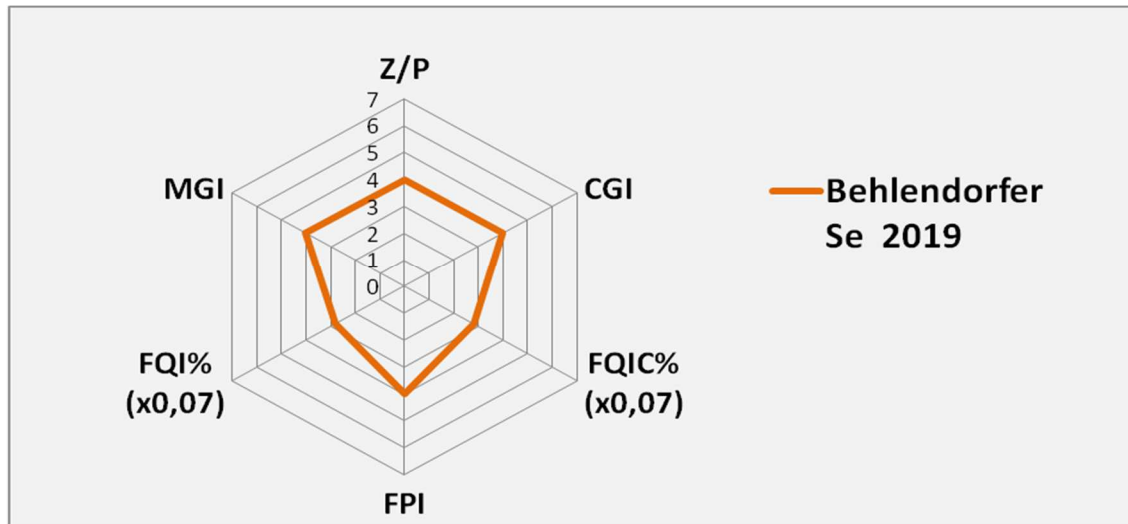


Abb. 12: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Behlendorfer See im Jahr 2019. **Sommersituation** (Ende Juni bis Anfang Oktober).

5.3.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Behlendorfer See

5.3.3.1 *Phytoplankton*

Der mittelgroße Behlendorfer See, in früheren Jahren vor 2010 ein stark eutrophierter See, hat sich seit der Restaurierung und Biomanipulation im Dezember 2009 trophisch um eine Klasse verbessert und weist inzwischen einen stark mesotrophen Status (m2) auf.

Die deutliche Nährstoffreduzierung im Jahr 2009 hatte im letzten Jahrzehnt auch eine Abnahme des Phytoplanktons ab 2010 und deutlicher ab 2011 zur Folge (Chl.a und Biovolumen). In den letzten 3 Jahren ab 2016 hat sich die Phytoplanktonbiomasse (Chl.a und Biovolumen) auf niedrigem Niveau stabilisiert (s.u. Altdaten) (Abb. 13). Parallel dazu ist eine Zunahme des Zooplanktons seit 2017 (siehe unten Kap. 5.3.3.2) und eine deutliche Zunahme der submersen Makrophyten nach 2016 zu beobachten, besonders im Deckungsgrad, aber auch in der Tiefenausbreitung (STUHR et al. 2020). Möglicherweise hat die zunehmende Konkurrenz um Nährstoffe zwischen den Submersen und dem darauf befindlichen Algenaufwuchs einerseits und dem Phytoplankton andererseits einen Einfluss auf die Phytoplanktonentwicklung. Ob ausserdem allelopathische Substanzen der Submersen zunehmend einen hemmenden Einfluss auf das Phytoplanktonwachstum im Behlendorfer See haben, kann hier nicht beurteilt werden. Die Sichttiefe erreicht seit 2016 im Saisonmittel Werte von 3,0 bis 3,2 m und damit die höchsten Werte im letzten Jahrzehnt (Tab. 10).

Der in einer Senke liegende sehr stabil geschichtete Behlendorfer See ist ein typischer See für die Ausbildung von **Tiefenchlorophyllmaxima** (DCM). In den Zeiten vor der Restaurierung 2009 waren die DCMs phasenweise sehr ausgeprägt. Dies führte um die Jahrtausendwende auch dazu, dass die Burgunderblutalge (*Planktothrix rubescens*) vermutlich während der sommerlichen Schichtungsphase sich stark als DCM im Metalimnion ausprägte, nach der herbstlichen Durchmischung weiterwuchs und den See im Winter rot färbte (ARP & KOPPELMEYER 2004 und 2005). Die Ausbildung von DCMs ist nach 2009 weiterhin aufgetreten, jedoch vermutlich in geringerer Stärke und ohne Rotfärbung des Sees. Die DCMs wurden beim Monitoring ab 2010 zum Teil miterfasst, zum Teil nicht vollständig oder in einigen Fällen auch gar nicht, was sich jedoch nicht auf den PSI im jeweiligen Jahr ausgewirkt hat (eigene Untersuchungen).

Altdatenvergleich Trophie und Phytoplankton

Der Behlendorfer See wurde bezüglich Phytoplankton 2004 und seit 2010 jedes Jahr, ausgenommen 2018, untersucht, immer vom gleichen Bearbeiter (ARP 2005a, ARP, KASTEN & MAIER 2011, ARP & MAIER 2012, ARP, MAIER & MICHELS 2013, 2014 und 2015 und ARP & MAIER 2016 -2018) (Abb. 13, Tab. 10):

- Der See weist auch im 13. Jahr nach der Restaurierung eine geringere Trophie als 2004 auf. Der Trophiestatus ist seit 2010 in 8 von 9 Fällen mesotroph 2.
- Die Nährstoffgehalte sind seit 2010 auf deutlich niedrigerem Niveau als 2004 (beim Gesamtphosphor in 1 m Tiefe etwa um Faktor 2 niedriger), wobei im Tiefenbereich in 13 bis 14 m die Gehalte seit 2014 wieder leicht ansteigen, was zukünftig möglicherweise Auswirkungen auf das Phytoplanktonwachstum im Frühjahr und Herbst während der Durchmischung hat.
- Ähnliches wie beim Phosphor gilt für Chl.a und das Phytoplankton-Biovolumen, wobei das Phytoplankton verzögert auf die P-Reduzierung reagierte und noch 2010 erhöhte Biomassen aufwies, wenn auch weniger ausgeprägt als vor 2009. In den Jahren ab 2010 sind beim Phytoplankton und Chl.a teils größere Schwankungen innerhalb des Jahres als beim Phosphor in 1 m erkennbar. Insgesamt wird der Behlendorfer See seit 2011, ausgenommen 2015, im Rahmen der EU-WRRL mittels der Qualitätskomponente Phytoplankton gut eingestuft.
- Die Schwankungen der Algenbiomasse im Jahresverlauf in einigen Jahren sind zum einen dadurch bedingt, dass in Jahren wie 2014, 2015 und abgeschwächt 2019 relativ ausgeprägte Frühjahrspeaks beobachtet wurden und im Sommer teils sehr geringe Algengehalte bei unterschiedlichster Probenahmetiefe, teils mit Erfassung des DCM, teils ohne Erfassung des DCM, erhoben wurden. Seit 2016 liegen die Phytoplanktongehalte (Chl.a und Biovolumen) stets auf einem relativ stabilen niedrigen Niveau.
- Bei der Taxazusammensetzung sind Unterschiede vor und nach der Restaurierung erkennbar. Während 2004 Cryptophyceen im Frühjahr und nostocale Cyanobakterien und großvolumige Dinophyceen (*Ceratium*) im Sommer erhöhte Biomassen bildeten, waren ab 2011 oft kleinzelligere Flagellaten im Frühjahr (Haptophyceen) und im Sommer Cyanobakterien mit höherem Anteil von Picoplanktern auf insgesamt niedrigem Biomasse-Niveau zu finden.

Tab. 10: Vergleich wichtiger limnologischer Parameter (Saisonsmittel) und Indices im Jahr 2019 im Vergleich zu früheren Jahren für den **Behlendorfer See**.-

Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV=Phytopl.-Biovolumen. TP=Gesamtphosphor. *: Phyttopl.+Chl.a aus 1 m Tiefe.- ** Gesamtindex eingeschränkt gültig wg. zu geringer Indikatorartenzahl.

Behlendorfer See (Saisonsmittelwerte)	Sicht- tiefe (m)	TP (1 m) (mg/l)	Chl a (Z _{integr.}) (µg/l)	PP BV (Z _{integr.}) (mm ³ /l)	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
2004 *	1,4	0,057	21,2*	2,9*	3,3 (e2)	(3,41)**
2010	2,6	0,023	18,1	2,0	2,5 (m2)	3,17
2011	2,6	0,027	8,2	0,8	2,3 (m2)	2,33
2012	1,8	0,024	13,4	1,2	2,6 (e1)	2,08
2013	1,8	0,024	10,1	1,0	2,5 (m2)	1,82
2014	2,2	0,024	11,0	1,7	2,5 (m2)	2,45
2015	2,6	0,024	10,5	1,0	2,4 (m2)	2,53
2016	3,2	0,022	7,2	0,8	2,2 (m2)	2,16
2017	3,1	0,025	5,6	0,7	2,1 (m2)	1,79
2019	3,0	0,023	8,8	0,8	2,3 (m2)	2,22

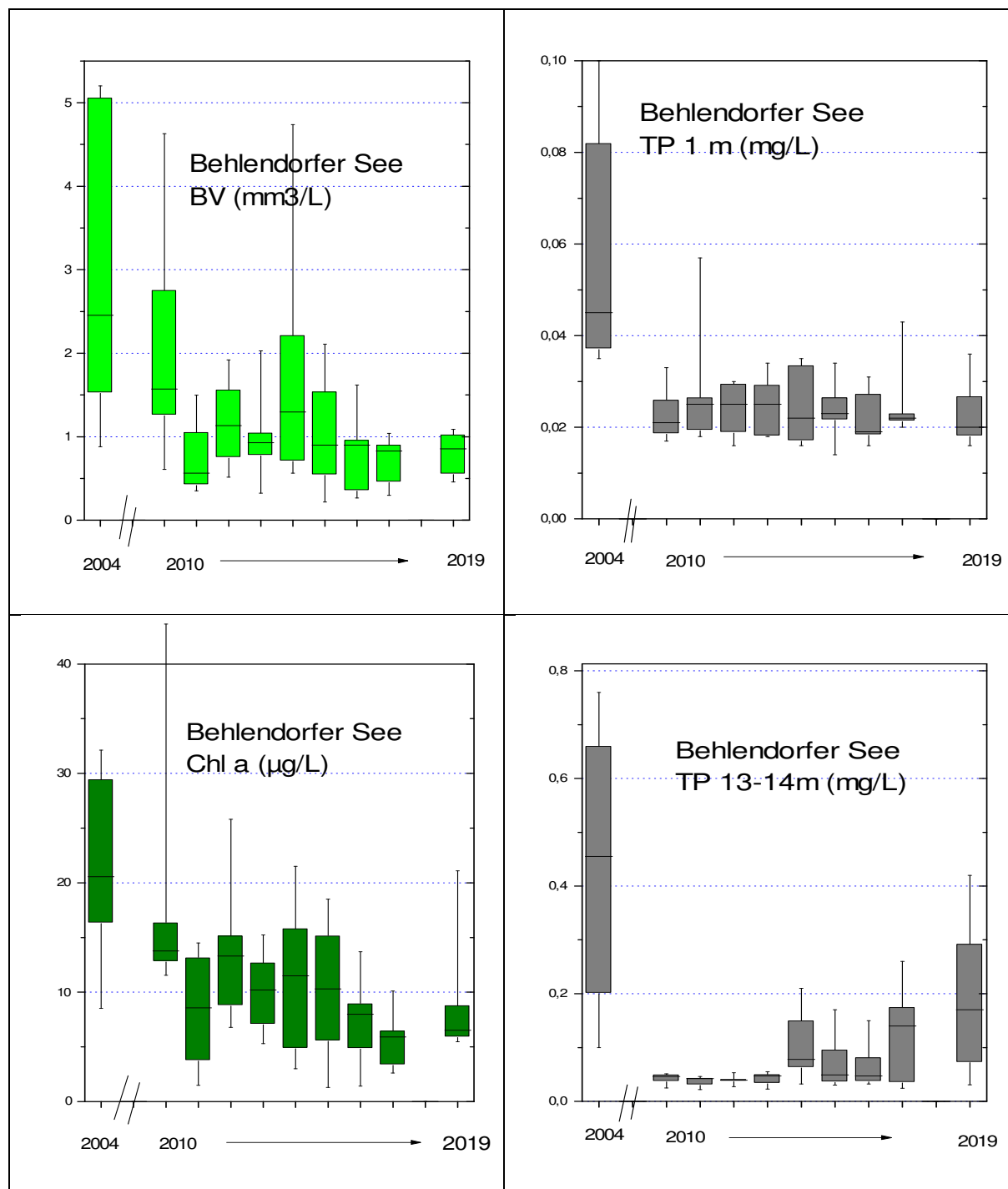


Abb. 13: **Summenparameter im Langzeitvergleich** im Behlendorfer See 2010 – 2017 und 2019: Jahresmittel für Gesamtphosphor (TP) 1 m (**oben rechts**) und 13-14 m Tiefe (**unten rechts**), Phytoplankton-Biovolumen (**oben links**) und Chl.a (**unten links**).- Boxplot mit Median (Querstrich), 25- und 75%-Perzentile (Kasten) und Ausreißer (Vertikalstriche).
Anmerkungen: Chl.a und Phytoplankton wurden 2004 aus 1 m, in den übrigen Jahren aus integrierter Probe entnommen.

5.3.3.2 Zooplankton

Im Behlendorfer See wurde das Zooplankton seit 2010 vom gleichen Bearbeiter untersucht. Angaben zur Biomasse des Zooplanktons liegen von ARP, KASTEN & MAIER (2011), ARP & MAIER (2012) und ARP, MAIER & MICHELS (2013, 2014, 2015) und ARP & MAIER (2016 2017 und 2019) vor. Im Jahr 2004, als der See noch eutroph war, wurde das Zooplankton von Peer Martin gezählt, wobei nur Abundanzen ermittelt wurden (ARP 2005a).

Die Situation im aktuellen Jahr stellt sich etwas anders dar als in den Jahren 2015 bis 2017 wo im Sommer ein deutlicher Rückgang der Biomassen insbesondere der großen Filtrierer erfolgte was durch einen zunehmenden Fraßdruck seitens der Fische auf das Zooplankton erklärt wurde. Aktuell (im Jahr 2019) gehen die Biomassen zwar nach dem Klarwasserstadium zurück, steigen aber im Hochsommer (August) wieder deutlich an und das Zooplankton besteht überwiegend aus großen Filtrierern (Daphnien) was für einen bestenfalls moderaten, eher niedrigen Fraßdruck durch Fische spricht. Der FQI und FQIC liegen bei 40 % fressbaren Algen fressbarem Phytoplankton. Gut fressbare Cryptophyceen und Bacillariophyceen sind mit anteilig 9 bis 12 % bzw. 10 bis 16 % im Hochsommer deutlich präsent und werden durch das Grazing zwar stärker aufgezehrt als etwa in den Vorjahren 2015 oder 2016, aber nicht völlig „ausgeschöpft“ obwohl die Cladoceren - neben den cyclopoiden Ruderfußkrebsen - relativ zu ihrer Biomasse stark am Grazing beteiligt sind (vgl. Steckbrief Behlendorfer See 2019).

Hinsichtlich der **Langzeitentwicklung** der Biomasse ist im Behlendorfer See - nach der Benthophos-Behandlung und dem Abfischen im Jahr 2009 - zunächst eine ansteigende, durchschnittliche Biomasse des Zooplanktons (Mediane) von ca. 155 µg TM/L (Mittelwert 180 µg TM/L) im Jahr 2010 auf ca. 307 µg TM/L (Mittelwert 350 µg TM/L) im Jahr 2011 zu beobachten (Abb. 14). Die im Jahr 2011 stark vertretenen Zooplankter sind sicherlich Ursache für den Rückgang des Phytoplanktons im selben Jahr. In den Folgejahren 2012 bis 2016 erfolgt ein „stetiger“ Rückgang der durchschnittlichen Zooplankton-Masse bis auf grob 50-70 µg TM/L (Mediane Jahre 2015/16) und wieder ein leichter Anstieg in den Jahren 2017 und 2019 auf ca. 200 bzw. 150 µg TM/L, wobei durch den Peak im Mai 2017 mit >700 µg TM/L der Median für dieses Jahr sicherlich etwas hoch ausfällt.

(Die Biomasse aus dem Jahr 2004 ist nur bedingt mit den Massen aus den Jahren nach der Benthophosbehandlung vergleichbar, da keine Größenklassen bei den Crustaceen unterschieden wurden und die Daten von einem anderen Bearbeiter erhoben wurden. Rechnet man – grob – und weist den jeweiligen Crustaceen mittlere Massen zu, so ergeben für das Jahr 2004 durchschnittliche Trockenmassen von 113 µg/L (Median) bzw. 375 µg/L (Mittelwert). Der Mittelwert wird stark von den Biomassen im April (1,2 mg TM/L) geprägt. Für das Jahr 2004 stehen keine Messwerte aus den Monaten März sowie Mai und Juni zur Verfügung.)

Ein Abwärtstrend ergibt sich auch für den GIC, der nach dem Abfischen (2010 und 2011) bei gut 8 bis 6 µg TM/Ind. (>> dem Gewicht einer 1 mm langen Daphnie) lag, in den Jahren bis 2013/14 stetig abnahm und „nur“ etwa 4,0 µg TM/Ind. beträgt (Abb. 15). In den Jahren 2015 bis 2019 ist – wenn jeweils der gesamte Messzeitraum (März bis September/Okttober) betrachtet wird - wieder ein leichter Anstieg des GIC zu beobachten, was auf die stark vertretenen Daphnien im Frühjahr im aktuellen Jahr auch im Sommer zurückzuführen ist.

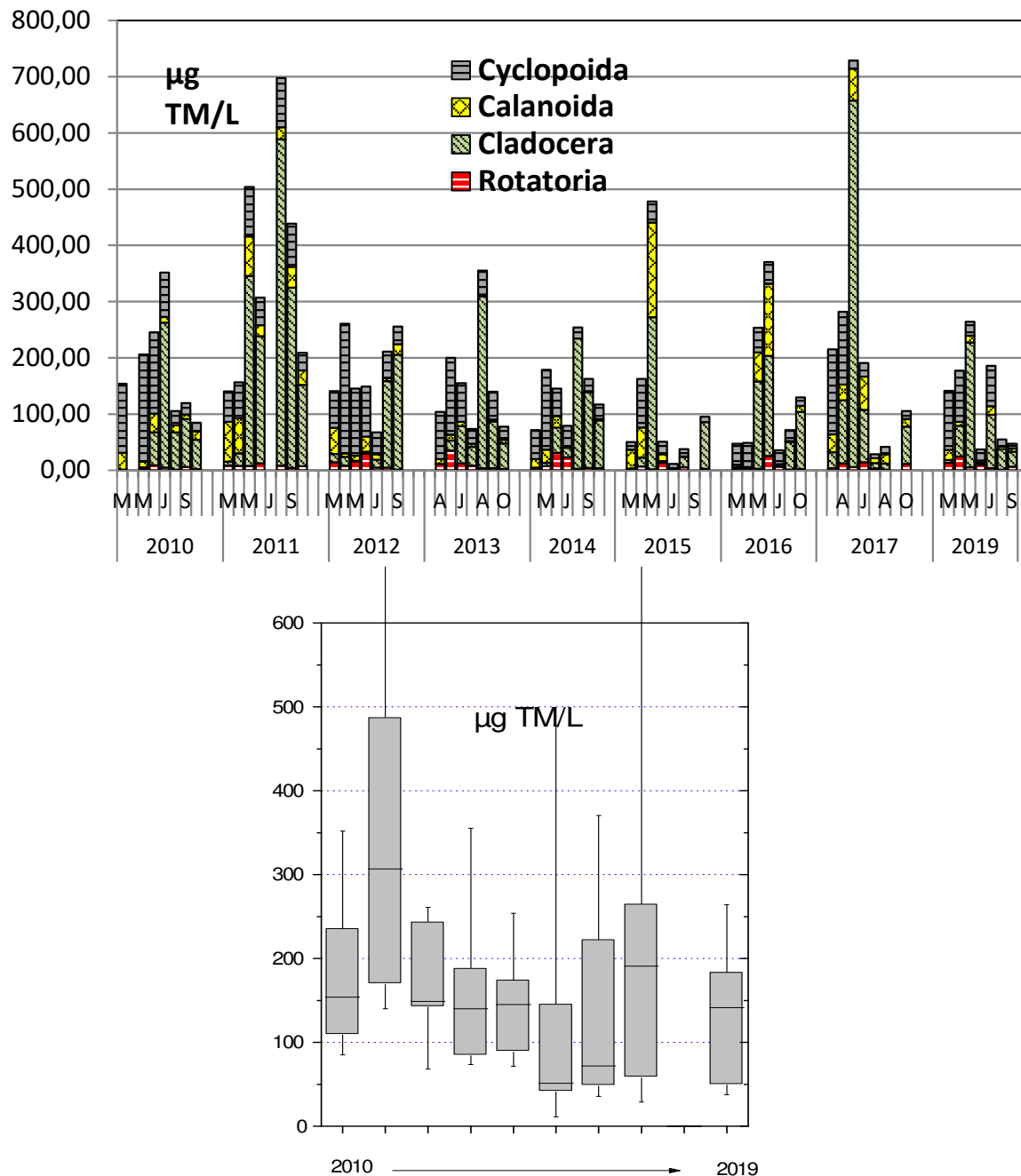


Abb. 14: Entwicklung der Biomasse (Trockenmasse) des Zooplanktons (Einzelwerte **oben**, Box-Whisker-Graphik **unten**), jeweils für die Untersuchungsjahre **2010 – 2019** im Behlendorfer See. Box-Plots: Innerhalb des Jahres wird der gesamte Untersuchungszeitraum betrachtet.

Beim Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen den Jahren 2010 bis 2019 (Friedman: $P < 0,05$), wobei nach den Sanierungsmaßnahmen mit 1 Jahr Verzögerung (im Jahr 2011) ein Anstieg des Umsatzes zu verzeichnen war, anschließend wieder ein leichter Rückgang mit Tiefststand im Jahr 2015 (Abb. 16). In den letzten 3 Jahren erfolgt wieder eine leichte Zunahme des Umsatzes von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse.

Interessant ist der Anstieg der Zooplanktonmasse in den letzten 3-4 Untersuchungsjahren sowie der Anstieg des Umsatzes von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse und des GIC, bei gleichzeitig niedriger Phytoplanktonmasse. Vermutlich profitieren die Zooplankter durch die angestiegene Makrophytenbedeckung, die einseits einen gewissen Schutz gegen Fischfraß bieten kann und andererseits Alternativnahrung über die mit Makrophyten gekoppelte Bakterienentwicklung bereitstellen kann.

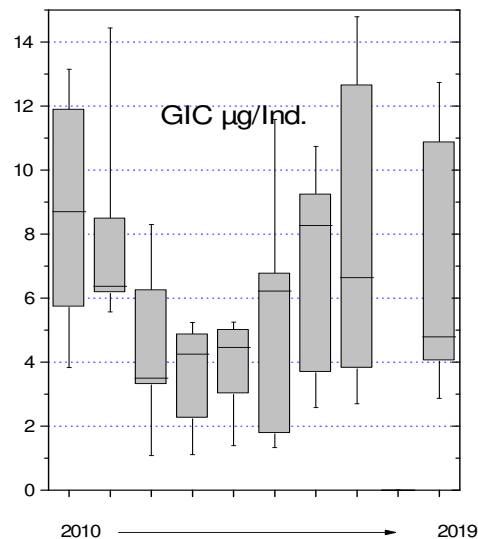


Abb. 15: Entwicklung des GIC ($\mu\text{g TM/Ind.}$) jeweils für die Untersuchungsjahre **2010 – 2019** im Behlendorfer See. Mediane und Box / Whisker (75 und 95 %). Innerhalb des Jahres wird der gesamte Untersuchungszeitraum betrachtet.

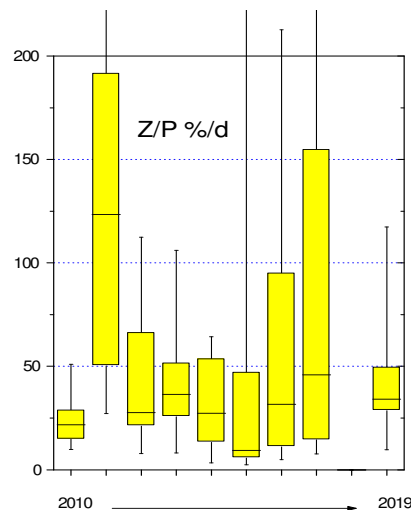


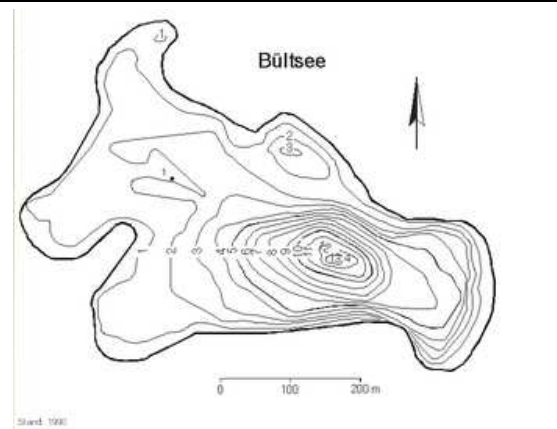
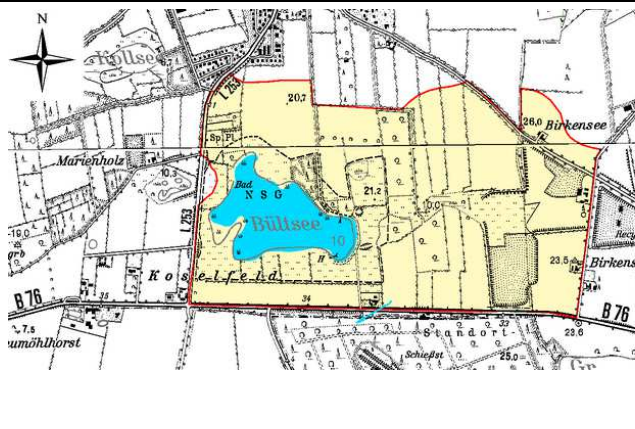
Abb. 16: Durchschnittlicher Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse (Z/P) im Behlendorfer See **2010 - 2019**. Mediane und Box/Whisker (75 und 95 %) über jeweils gesamten Untersuchungszeitraum innerhalb eines Jahres.

Die über das PhytoLoss Modul errechneten Indices (Tab. 11) ergeben zunächst eine Verbesserung des Umsatzes von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse, erhöhte Grazing Potentiale beim Vergleich der Werte von 2004 mit den Werten bis 2014, was für eine positive Wirkung der durchgeführten Maßnahmen spricht. Ausnahmen machen die Jahre 2015 und auch das Jahr 2017. Hinsichtlich der Futterqualität für Cladoceren ergeben sich im Trend trotz starken Fraßdruckes seitens des Zooplanktons Verbesserungen über die Jahre. Die Fraßeffekte durch Fische auf das Zooplankton (bzw. die FPIs), die zunächst nach den Maßnahmen niedrig sind, sind ab 2014 etwas angestiegen, liegen im aktuellen Jahr aber „nur“ im moderaten Bereich. Bei dieser Gesamt-Betrachtung muss allerdings berücksichtigt werden, dass die Biomassen für das Jahr 2004 rückwirkend berechnet wurden und dass für die Berechnung keine Größenklassen zur Verfügung standen. Außerdem ist bei der Einschätzung der Indices nochmals darauf hinzuweisen, dass nur die Sommermonate in die Berechnung eingegangen sind. Bei Betrachtung des gesamten Untersuchungszeitraumes ergibt sich für den Behlendorfer See ein positiveres Bild.

Tab. 11: Überblick über die mittels des Moduls PhytoLoss errechneten Indices für den Behlendorfer See 2004 (vor dem Abfischen und der Bentophosbehandlung) und von 2010 – 2017. Ausgeprägte, niedrige bzw. hohe Effektklassen sind rot bzw. blau markiert. Sommersituation.

Jahr	GewName&Jahr	Z/P	CGI	MGI	FQIC	FQI	FPI
2004	Behlendorfer See	3	3	3	2,1	2,1	3
2010	Behlendorfer See	4	5	5	2,1	2,1	3
2011	Behlendorfer See	6	7	7	2,8	2,8	3
2012	Behlendorfer See	5	5	5	2,8	2,8	3
2013	Behlendorfer See	5	6	6	2,8	2,8	4
2014	Behlendorfer See	5	6	6	2,1	2,1	4
2015	Behlendorfer See	2	2	3	4,2	2,1	5
2016	Behlendorfer See	5	5	5	4,2	3,5	4
2017	Behlendorfer See	3	2	2	2,8	2,8	5
2019	Behlendorfer See	4	4	4	2,8	2,8	4
	Median	4,50	5,00	5,00	2,80	2,80	4,00
	Mittelwert	4,20	4,50	4,60	2,87	2,59	3,80

5.4 Bültsee

Stammdaten (oben), limnochemische und –biologische Mittelwerte + Indices 2019 (unten)					
Seetyp (Plkt.)	VQ [km ² 10 ⁶ m ⁻³]	See-Fläche [km ²]	Tiefe–mittel [m]	Tiefe–max [m]	th. Verweilzeit [a]
88.3 (11.2)	3,2	0,20	3,0	13,4	1,0
TP _{1m} [mg/l]	Sichttiefe [m]	Chl a Z _{integr.} [µg/l]	BV Z _{integr.} [mm ³ /l]	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
0,025	3,5	12,5	1,5	2,4	(1,22)
Tiefenkarte und oberirdisches Einzugsgebiet (oben: Schaalsee-Nien. B., unten: Schaalsee-NW)					
					

Der im Kreis Rendsburg-Eckernförde an der B76 liegende relativ kleine Bültsee ist ein eizeitlich entstandener Toteissee (LANU 1998), der auf einem Sander liegt. Der relativ flache See ist kalkarm, mit Werten für Calcium um 15 mg/l (Seetyp 88.3). Der Bültsee weist ein relativ kleines Einzugsgebiet auf und hat daher potentiell und auch real eine geringe Trophie. Das Gewässer ist Teil des Naturschutzgebiets „Bültsee und Umgebung“ und des gemeldeten FFH-Gebiets „Großer Schnaaper See, Bültsee und anschließende Flächen“.

Der ursprünglich oligotrophe See, der grundwassergespeist und zu- und abflußlos ist, weist eine gut entwickelte Unterwasservegetation auf, wobei mehrere Arten bundesweit gefährdet sind (u.a. *Littorella uniflora* und *Myriophyllum alterniflorum*). Der Bültsee, der eine mittlere Tiefe von 3 m aufweist, war 2019 bis im Mittel 4,4 m Tiefe, also auf deutlich mehr als 50 % der Seefläche, zu etwa 42 % mit Unterwasserpflanzen bedeckt. Characeen sind von untergeordneter Bedeutung (STUHR et al. 2020).

5.4.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen April und Oktober 2019 wurden 7 Proben aus jeweils 0 - 6 m Tiefe entnommen. Der See weist im Mittel nur leicht erhöhte Planktongehalte auf. Das Saisonmittel lag bei 12,5 µg l⁻¹ Chl. a und 1,5 mm³ l⁻¹ Biovolumen. Es dominierten im Frühjahr und im Oktober vor allem Flagellaten, d.h. Cryptophyceen (Schlundalgen) und Haptophyceen. Im Sommer dagegen waren verschiedene Algengruppen, mit einem leicht erhöhter Blaualgenpeak im August,

vertreten, u.a. auch Chrysophyceen (Goldalgen) (Abb. 17). Insgesamt wurden 63 verschiedene Taxa identifiziert.

Im Frühjahr wurde das größte Biovolumen des Jahres ermittelt. Es dominierten Schlundalgen der Gruppe *Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus* (meist mit $> 30 \mu\text{m}$ Größe) und die kleinzellige Art *Rhodomonas lacustris*. Dinophyceen mit den Hauptvertretern *Gymnodinium uberrimum* und *Peridiniopsis polonicum* war subdominant vertreten.

Im April und noch stärker im Mai waren die Flagellaten v.a. durch eine sehr kleinzellige ($< 5 \mu\text{m}$) und schnellwachsende Art, *Chrysochromulina parva* aus der Gruppe der Haptophyceen, vertreten.

Mitte Juni während des Klarwasserstadiums war erwartungsgemäß der geringste Gehalt an Algenbiomasse. Neben den oben genannten Arten der Cryptophyceen und Haptophyceen trat anteilmäßig erstmals die großvolumige Art *Ceratium hirundinella* aus der Gruppe der Dinophyceen verstärkt hervor (55 % Anteil an der Gesamtbiomasse). Chrysophyceen, die bis zum Mai durch *Dinobryon*-Arten vertreten waren, traten nun im Juni erstmalig erhöht durch *Uroglena* auf (9 % Anteil an der Gesamtbiomasse). Diese Gattung wuchs im Juli noch deutlich stärker und erreichte nun einen Anteil von 47 %. Desweiteren traten im Juli erstmalig nostocale Blaualgen, wenn auch nur in geringen Anteilen auf.

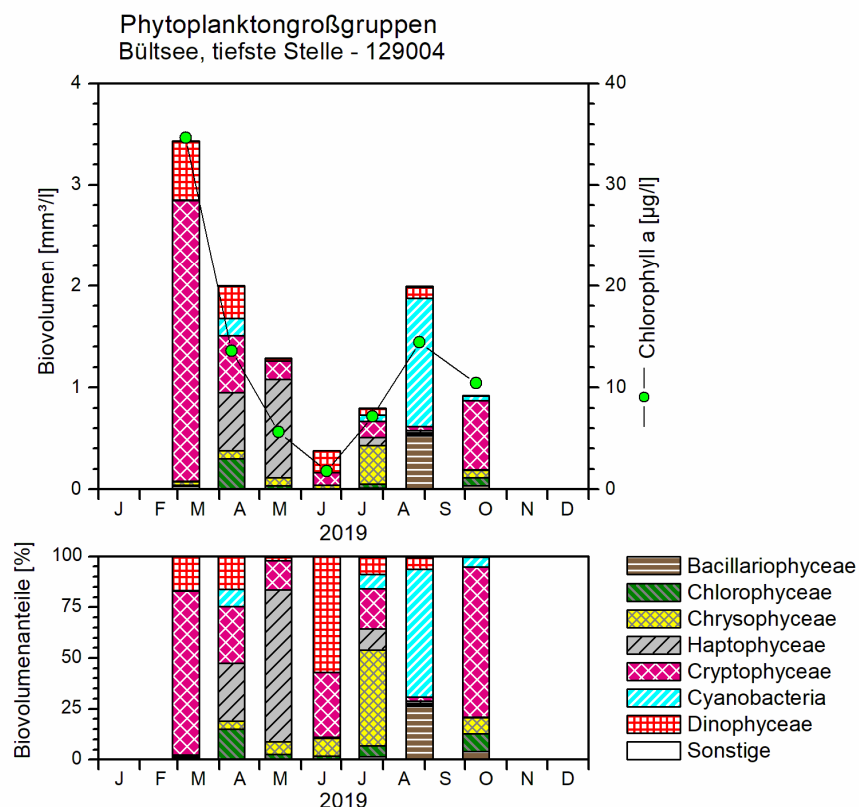


Abb. 17: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Bültees Sees im Jahr 2019. Oben: Absolute Biovolumina und Chlorophyll a. Unten: Prozentuale Anteile Biovolumen.

Die nostocalen Blaualgen-Arten erreichten ihren höchsten Wert Ende August mit etwas mehr als $1 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ Biovolumen, was keine starke Blüte ist. Hauptvertreter war die fädige Form *Anabaena macrospora*, in deutlich geringerer Biomasse *Anabaena lemmermannii*. Neben den Blaualgen war Ende August nur noch die Kammkieselalge *Fragilaria crotonensis* stärker vertreten (26 % Anteil), die sowohl durch ihre sperrige Form langsamer absinkt als auch schlecht durch das Zooplankton verwertbar ist.

Zu betonen ist das mehrmalige Auftreten von den oligotraphenten Arten *Quadrigula pfitzeri* und *Willea wilhelmii* aus der Gruppe der Grünalgen und das verstärkte Vorkommen von Chrysophyceen im Juli.

Tiefenchlorophyllmaxima (DCM) wurden auch im Bültsee an der tiefsten Stelle gefunden. In den Monaten Mai – Juli waren z.T. deutlich ausgeprägte DCMs innerhalb von 3 -6,5 m, im Juli zusätzlich auch in 9-11 m erkennbar (Dasten vom LLUR). Da der Großteil des Sees sehr flach ist (mittlere Tiefe: 3,0 m), sind nur die DCMs in 3 – 6,5 m von Relevanz. Diese wurden bei der Probenahme nahezu vollständig mit erfasst.

Profundal diatomeen

Die gesondert entnommene Probe der Profundal diatomeen vom 9.10.2019 wurde vor allem durch *Fragilaria crotonensis* geprägt (57 % Anteil an den gezählten Schalen), desweiteren durch die kleinzelligen centrischen Formen *Stephanodiscus hantzschii* (21 % Anteil) und *Cyclotella pseudostelligera* (9% Anteil).

Informationen zur Auswertung der Profundal diatomeen mittels DiProf finden sich in Kap. 5.2.1

PhytoSee-Bewertung

Im Rahmen der EU-WRRL wurde der der Bültsee im Jahr 2019 mittels der Qualitätskomponente Phytoplankton mit „sehr gut“ eingestuft (Planktontyp 11.2). Die Einstufung des Flachsees, der mit mittlerer Tiefe von 3,0 m im Grenzbereich zum Planktontyp 11.1 liegt, liegt im oberen Bereich der Klasse „sehr gut“ (Wert 1,22) relativ nahe zur Klasse „gut“. Bei Einstufung des Sees als Planktontyp 11.1 wäre die Einstufung „gut“ (1,65). Die „sehr gute“ Einstufung bleibt bestehen, aber langfristig ist ein Trend hin zur Klasse 2 zu beobachten (siehe Kap. 5.4.3).

5.4.2 Ergebnisse Zooplankton

Im **Bültsee** wurden von März bis November 7 Zooplanktonproben entnommen; der See wurde bis 11 bzw. 12 m Tiefe beprobt.

Insgesamt wurden immerhin 41 Taxa des Metazooplanktons nachgewiesen (24 Rädertier-Arten, 11 Cladoceren- und 6 Copepoden-Arten). Büchelmücken-Larven waren ebenfalls präsent. Der See gehört daher zu den artenreichen bis durchschnittlich artenreichen Seen. Größere, vagile Ciliaten waren präsent, aber nur in geringer Dichte (<5 Ind./L).

Bei den **Rädertieren** dominiert fast den gesamten Untersuchungszeitraum das Facettenrädertier *Keratella cochlearis*. Noch stark vertreten sind kleine „Synchaeten“ (März), Flossenrädertiere (*Polyarthra* spp.- ab Juni) und weitere Arten der Gattung *Keratella*, wie *K.*

hiemalis (April) und *K. quadrata* (Mai). Nahrungsspezialisten sind mit *Ascomorpha* spp. (*A. ecaudis* und *A. ovalis*) im August anteilig vergleichsweise häufig.

Das **Cladoceren**- Plankton ist im März und April nur schwach vertreten. Im Mai kommen Rüsselkrebse (*Bosmina longirostris*) stark auf und bleiben auch im Juni anteilig häufig. Daphnien (insbesondere *D. cucullata* und *D. x krausi* Morphen) werden ab Juni wichtig. Im Sommer und Herbst, insbesondere August und Oktober sind Ceriodaphnien (*Ceriodaphnia quadrangula* und *C. pulchella*) wichtige Taxa.

Das **Copepoden**-Plankton wird im Frühjahr durch *Cyclops* Arten (insbesondere *C. abyssorum*) bestimmt. Das Sommer- und Herbst-Copepodenplankton wird durch *Eudiaptomus vulgaris* und *Mesocyclops leuckarti* dominiert, wobei *E. vulgaris* eher für kleinere Gewässer typisch ist.

Die Abundanzen aller taxonomischen Großgruppen sind etwa im Bereich der Abundanzen im Garrensee. Die mittlere Abundanz der Rädertiere liegt bei 651 Ind./L, die der Cladoceren bei 19 und die der Ruderfußkrebse bei 22 Ind./L.

Die **Biomasse** des Metazooplanktons liegt im Bültsee im mittleren Bereich; der Median beträgt 197, der Mittelwert 183 µg TM/L. Die höchsten Biomassen werden mit 325 µg TM/L im Mai erreicht. Starke Massenbildner sind im März/April/Mai die cyclopoiden Ruderfußkrebse, im übrigen Untersuchungszeitraum die Cladoceren und die calanoiden Ruderfußkrebse. Rädertiere sind vergleichsweise stark vertreten und erreichen im April fast 30 % und im Juni etwa 20 % der Zooplanktonmasse (Abb. 18).

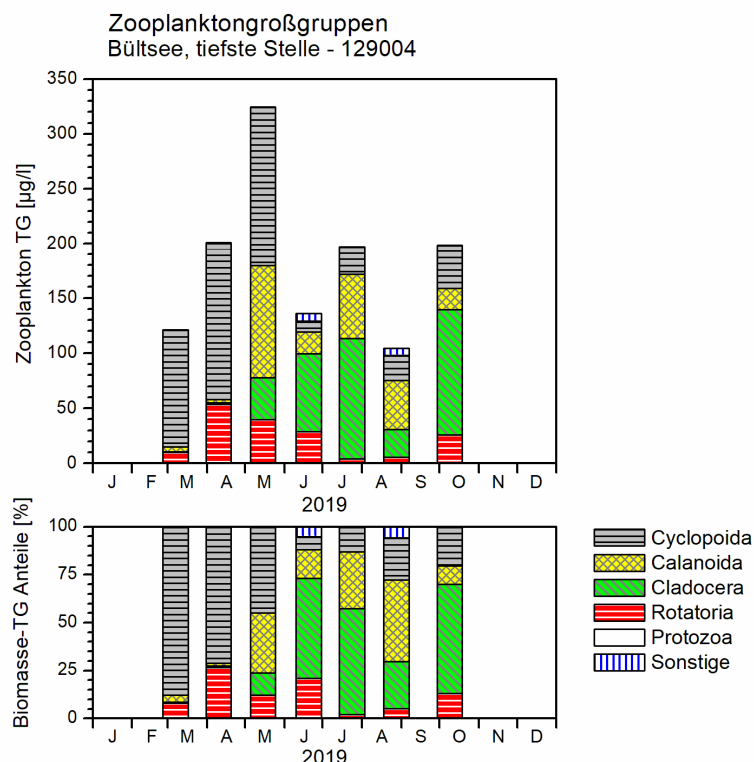


Abb. 18: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons für den Bültsee im Jahr 2019. Basis ist die Biomasse der gesamten Wassersäule an der tiefsten Stelle. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

Nahrungsnetz nach PhytoLoss

Im Jahr 2019 liegt der Cladoceren-Größenindex (**GIC**) im Bültsee im Sommer immer unter 3,5, bezogen auf den gesamten Untersuchungszeitraum bei durchschnittlich 2,44 µg TM/Ind. und damit im unteren Bereich. Der über das PhytoLoss Verfahren errechnete **FPI** (Umkehrung vom GIC) indiziert mit Effektklasse 5 deutliche Fischfraß-Effekte (Abb. 19).

Der Grazing-Druck seitens des Zooplanktons auf das fressbare Phytoplankton ist relativ stark ausgeprägt (**MGI** und **CGI** = Effektklasse 5), der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplankton-Masse ist moderat (**Z/P** = Effektklasse 4). Im Bültsee sind die Cladoceren relativ zu ihrer Biomasse stark am Grazing beteiligt. Die Futterqualität für Cladoceren ist (deshalb) relativ gering (**FQIC** = Effektklasse 1,4; Anteil des fressbaren Phytoplanktons = 20 %; Abb. 19). Die Futterqualität für das gesamte Zooplankton ist mit Effektklasse 2,8 (40 % an fressbaren Algen) deutlich höher.

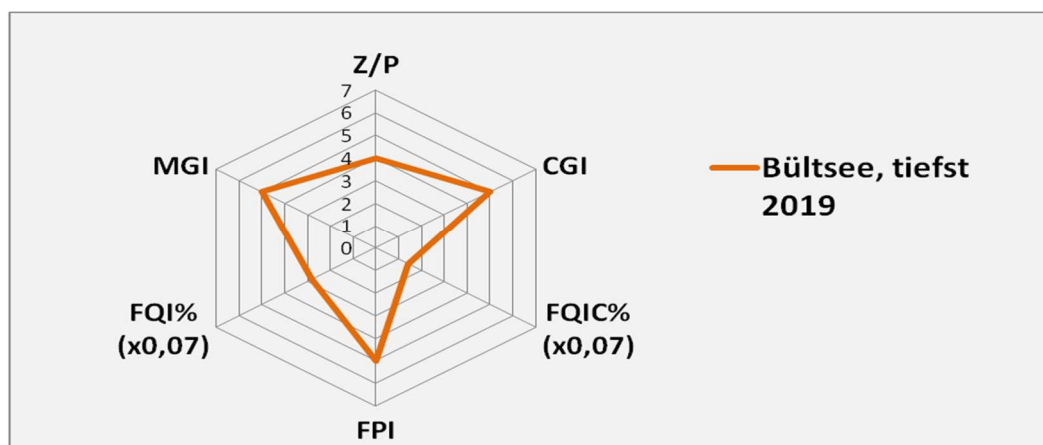


Abb. 19: Wichtigste Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Bültsee im Jahr 2019. Sommersituation (Ende Juni bis Anfang Oktober).

5.4.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Bültsee

5.4.3.1 Phytoplankton

Bei geringen Nährstoff- und Phytoplanktongehalten im kalkarmen Bültsee (Sondertyp) lassen der ganzjährig hohe Anteil von potenziell mixotrophen Flagellaten (Cryptophyceen, Chrysophyceen und Haptophyceen) vermuten, dass phasenweise ein Mangel an bestimmten Stoffen durch Heterotrophie ausgeglichen wird (hier möglicherweise der Nährstoff Phosphor):

Das dominante Auftreten von submersen Makrophyten in diesem Flachsee auf über 50 % der Seefläche verschärft vermutlich den Stoffmangel für das Phytoplankton. Submerse Makrophyten und darauf befindlicher Algenaufwuchs sind gegenüber dem Phytoplankton Nährstoffkonkurrenten und können zudem durch Allelopathie hemmenden Einfluß auf das Algenwachstum haben. Dadurch sind mixotrophe Algen, die zudem mobil sind, durch ihre Flexibilität im Konkurrenzvorteil gegenüber anderen Algengruppen.

Altdatenvergleich Trophie und Phytoplankton: Das Phytoplankton wurde zuletzt 2008 (ARP & MAIER 2009) und 2013 (ARP, MAIER & MICHELS 2014) untersucht, jeweils wie 2019 vom gleichen Bearbeiter. Beim Algengehalt gibt es über die 3 Jahre einen leichten Trend zu höheren Werten, auf insgesamt niedrigem Biomasse- Niveau. Der Trend ist ebenso erkennbar am PSI, weniger an der Trophie (Abb. 20, Tab. 12). Auch 2008 und 2013 waren Flagellaten (Cryptophyceen, Chrysophyceen und phasenweise Haptophyceen) dominant,

Als eine mögliche Ursache für die erhöhten Algengehalte 2019 sind die erhöhten Lufttemperaturen zu nennen, die in Flachseen besonders wirksam werden. Das Jahr 2019 war wärmer als 2008 und 2013, was sich auch in den Wassertemperaturen im Bültsee zeigt (Daten vom LLUR). Dies erhöht das Algenwachstum und bevorzugt besonders auch Blaualgen.

Parallel zu den erhöhten mittleren Algengehalten haben die submersen Makrophyten seit 2008 abgenommen, sowohl im Deckungsgrad als auch in der Tiefenausbreitung und in der Artenzahl (STUHR et al. 2020).

Tab. 12: Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie 2019 im Vergleich mit früheren Jahren für den **Bültsee**.

Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor.
* = Bewertung ist aufgrund geringer Seefläche eingeschränkt.

Bültsee (Saisonmittelwerte)	Sicht- tiefe (m)	TP (1 m) (mg/l)	Chl a (Z _{integr.}) (µg/l)	PP BV (Z _{integr.}) (mm ³ /l)	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhyoSee 7.0) *
2008	3,7	0,016	7,0	0,8	1,9	(0,79)
2013	2,1	0,025	10,4	0,9	2,5	(0,83)
2019	3,5	0,025	12,5	1,5	2,4	(1,22)

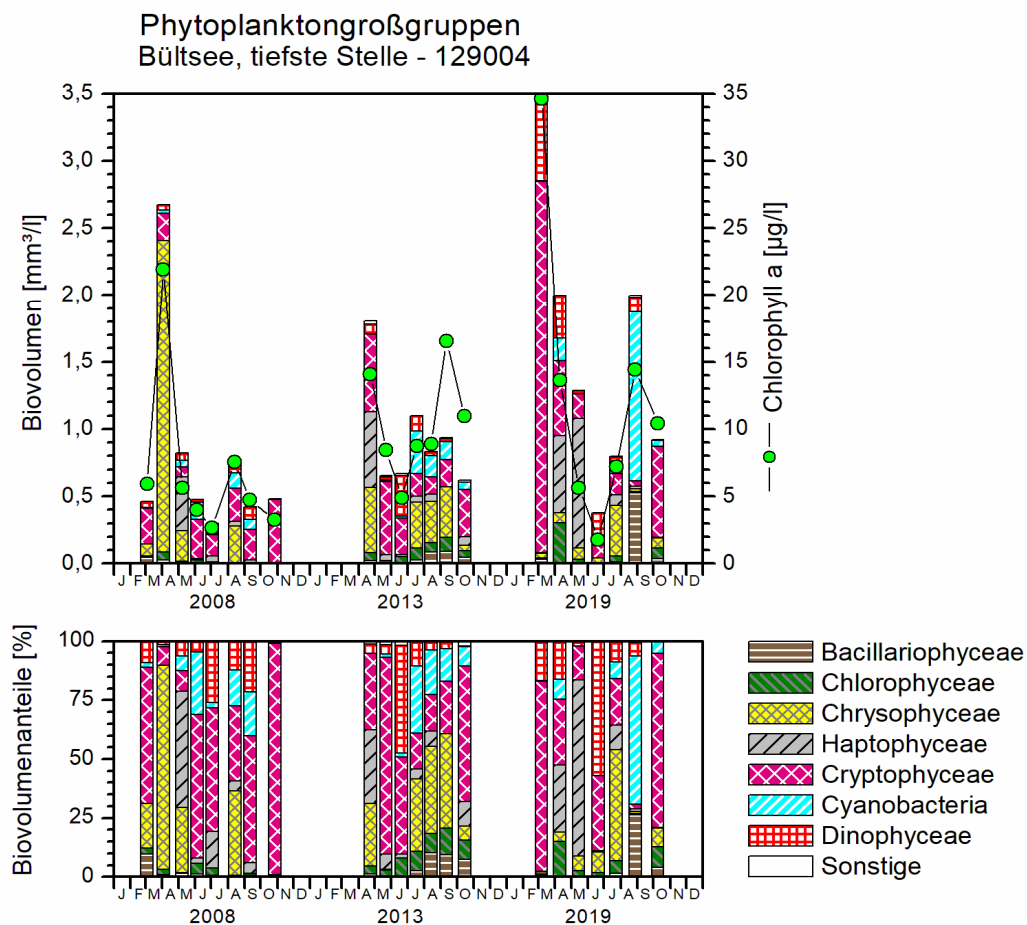


Abb. 20: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Bültees für die Jahre 2008, 2013 und 2019. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

5.4.3.2 Zooplankton

Die Zooplankton-Biomassen haben sich im aktuellen Untersuchungsjahr gegenüber den Vorjahren ähnlich wie beim Phytoplankton leicht erhöht (Mediane in den 3 Jahren: 116 vs. 138 vs. 197 $\mu\text{g TM L}^{-1}$;) und stufen den See in den unteren bis mittleren mesotrophen Bereich ein (Abb. 21). Typische Eutrophierungszeiger sind auch im aktuellen Untersuchungsjahr nur schwach vertreten. Zu nennen ist allenfalls das Rüsselkrebschen *Bosmina longirostris*, das im Mai/Juni stärker hervortritt.

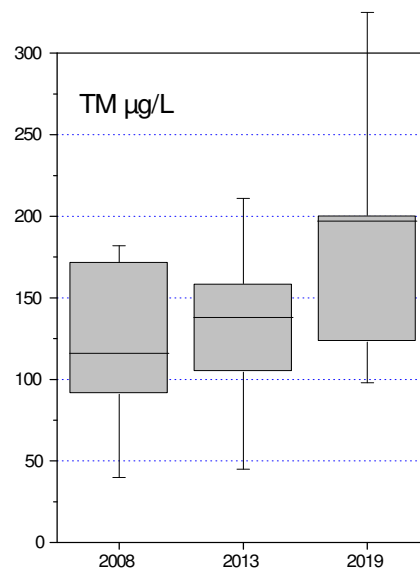
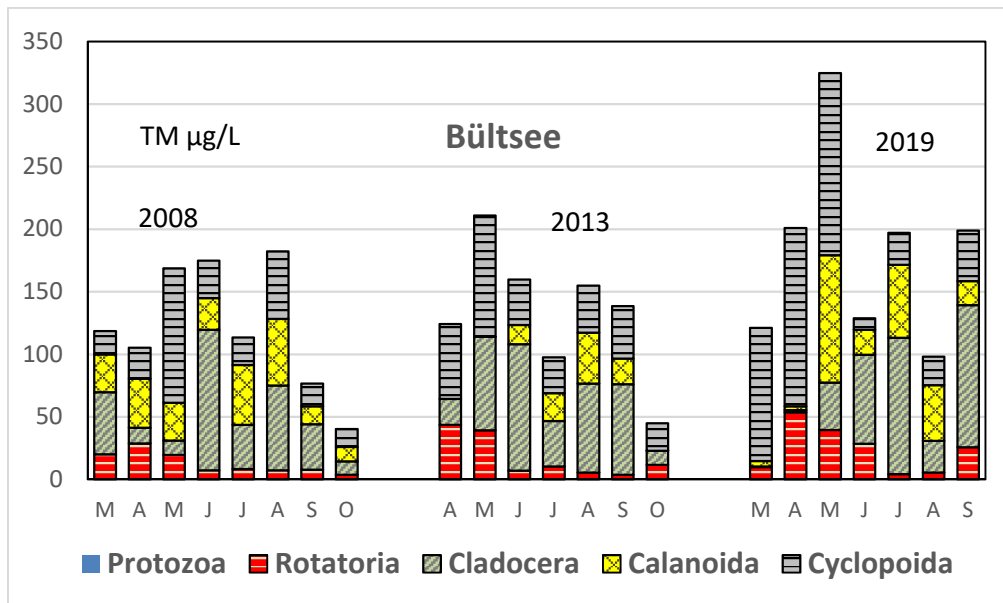


Abb. 21: Entwicklung der Biomasse (Trockenmasse) des Zooplanktons im Bülte See. Untersuchungsjahre 2008, 2013 und 2019. **Oben** = einzelne Monate; **unten** = Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über den jeweils im Jahr gesamten Untersuchungszeitraum.

Beim **GIC** ergibt sich über die Jahre ein leichter Abwärtstrend aufgrund der deutlichen Anwesenheit der kleinen Filtrierer (Rüsselkrebse, Ceriodaphnien). Insgesamt liegt der GIC in allen drei Untersuchungsjahren im eher niedrigen Bereich (Abb. 22, links), was trotz der Präsenz von Büschelmücken-Larven und trotz der „Versteckmöglichkeiten“ im Makrophytengürtel auf einen deutlichen Fraßdruck durch Fische hinweist.

Das fressbare Phytoplankton (Cryptophyceen, Bacillariophyceen, s.o. Kap. 5.7.1) wird nicht vom Zooplankton aufgezehrt und bleibt auch in den Sommermonaten häufig.

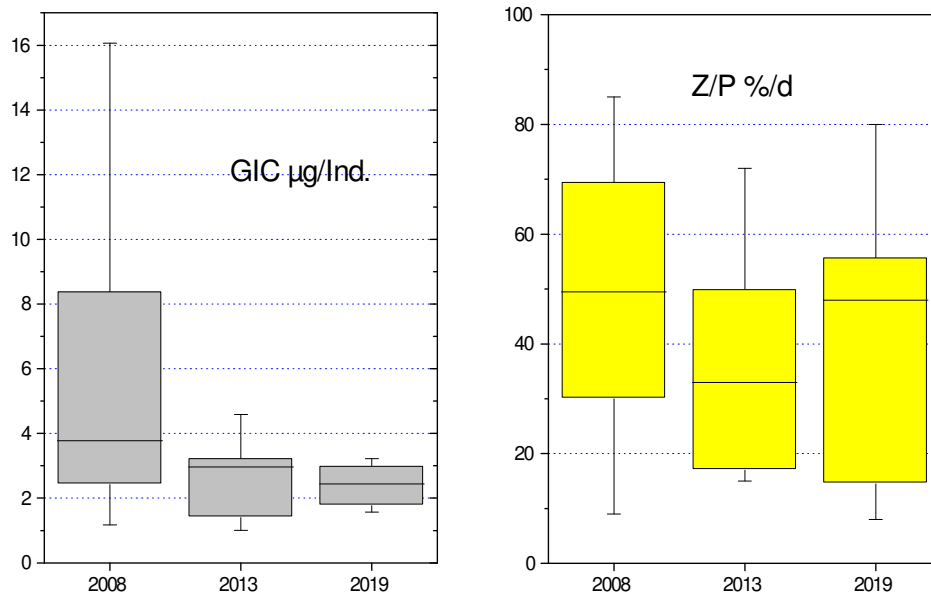
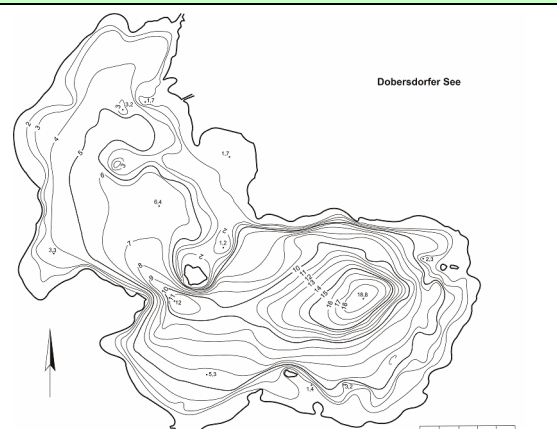
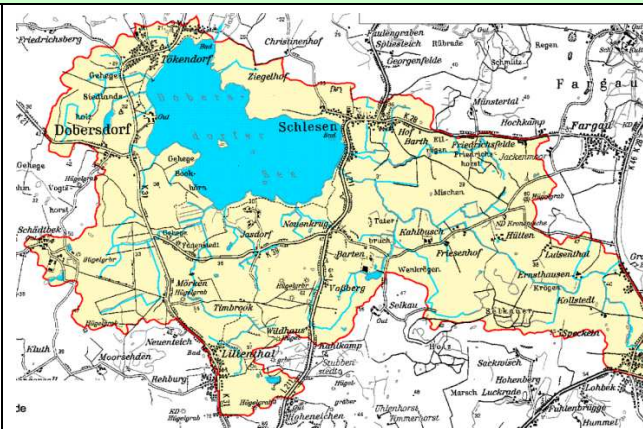


Abb. 22: Entwicklung des GIC (**links**) sowie des Z/P (**rechts**) über die Untersuchungsjahre **2008, 2013 und 2019** im Bülte See. Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über jeweils den gesamten Untersuchungszeitraum jeweils im Jahr.

Der vergleichsweise günstige Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse in allen drei Untersuchungsjahren (Abb. 22, rechts) bestätigt den überwiegend positiven Eindruck von diesem See. Günstig zu werten sind auch die hohen Werte in der **Z / P** Relation (55 %/d) im Hochsommer (Juli). Vermutlich wird der Umsatz von Phytoplanktonmasse in Zooplanktonmasse noch durch die Makrophyten gedrückt, da diese Alternativnahrung zum Phytoplankton (z.B. Bakterien) dem Zooplankton zur Verfügung stellen. Ein niedriger Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse (11 %/d) ergibt sich – aufgrund der Dominanz der schlecht fressbaren Blaualgen – allerdings für den August. Auffällig im Bülte See sind die (im Vergleich etwa zum Ihlsee, Garrensee oder Vierer See) in allen Untersuchungsjahren stark vertretenen Rädertiere, die möglicherweise auch von der „Alternativnahrung“, bereitgestellt über die Makrophyten, profitieren. Nochmals zu nennen sind die im Bülte See in allen Untersuchungsjahren deutlich vertretenen calanoiden Ruderfußkrebse.

Insgesamt ordnet das weitgehende Fehlen von typischen Eutrophierungszeigern sowie die vergleichsweise niedrigen Zooplankton-Biomassen (ganzjährig $< 220 \mu\text{g L}^{-1}$) den Bülte See – innerhalb der untersuchten Seen - dem eher nährstoffärmeren Seentypus zu. SPETH (1998) kommt – anhand der Zusammensetzung der Rotatorienzönose – zu ähnlichen Ergebnissen.

5.5 Dobersdorfer See

Stammdaten (oben), limnochemische und –biologische Mittelwerte + Indices 2019 (unten)					
Seetyp (Plkt.)	VQ [km ² 10 ⁶ m ⁻³]	See-Fläche [km ²]	Tiefe–mittel [m]	Tiefe–max [m]	th. Verweilzeit [a]
14	1,3	3,17	5,3	18,8	2,4
TP _{1m} [mg/l]	Sichttiefe [m]	Chl a Z _{integr.} [µg/l]	BV Z _{integr.} [mm ³ /l]	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
0,041	1,5	28,3	4,1	3,1	3,38
Tiefenkarte und oberirdisches Einzugsgebiet					
					

Der mit 317 ha sehr große Dobersdorfer See, im östlichen Hügelland in dem relativ kleinen Einzugsgebiet der Selkau gelegen (Kreis Plön), liegt östlich von Kiel zwischen den Gemeinden Dobersdorf und Schlesien in der Probstei. Der See ist ein Grundmoränensee, wobei Toteis die Hohlform des Seebeckens konservierte (LAWAKÜ 1995). Das Einzugsgebiet ist vorwiegend landwirtschaftlich geprägt. Die Selkau bei Schlesien ist der bedeutendste Zufluss. Über die Jarbek entwässert der See in den Passader See (LAWAKÜ 1995).

Große Teile des windexponierten Sees sind deutlich polymiktisch, vor allem im westlichen, flachen Becken (max. 6,4 m tief). Im tiefsten, östlich gelegenen Becken vor dem Ortsteil Schlesien (max. 18,8 m tief) ist der See in einzelnen Jahren längere Zeit während des Sommers geschichtet. Der Dobersdorfer See wird seit 1999 nahezu monatlich während der Vegetationsperiode untersucht, wobei im Untersuchungsjahr 2019 wie auch in allen Vorjahren im Becken vor Schlesien Proben entnommen wurden.

Der Dobersdorfer See weist ein für eutrophe Gewässer typische Ausbreitung submerser Makrophyten auf, mit mäßigem Artenreichtum. Die Submersen haben sich jedoch in den letzten Jahren weiter ausgebreitet: Die Vegetationsgrenze hat sich nach unten verschoben und lag 2018 im Mittel bei 2,8 m. Der Deckungsgrad der Submersen liegt etwa bei 50 %. Characeen haben in den letzten Jahren ebenfalls zugenommen und weisen nun einen Anteil von immerhin 9 % auf (HEINZEL & UNGER 2019).

5.5.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen April und November 2019 wurden 9 tiefenintegrierte Mischproben aus jeweils 0-6 m an der tiefsten Stelle des Sees entnommen. Insgesamt wurden deutlich erhöhte Chlorophyll a- Gehalte und Biovolumina ermittelt, mit den höchsten Gehalten im September und Oktober (Saisonmittel: $28,3 \mu\text{g l}^{-1}$ Chl. a und $4,16 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ Biovolumen). Es dominierten im Frühjahr Bacillariophyceen (Kieselalgen) und im Hochsommer und Herbst Cyanobakterien (Blaualgen), desweiteren subdominant im Spätsommer Dinophyceen (Hornalgen) (Abb. 23). Insgesamt wurden 97 verschiedene Taxa identifiziert.

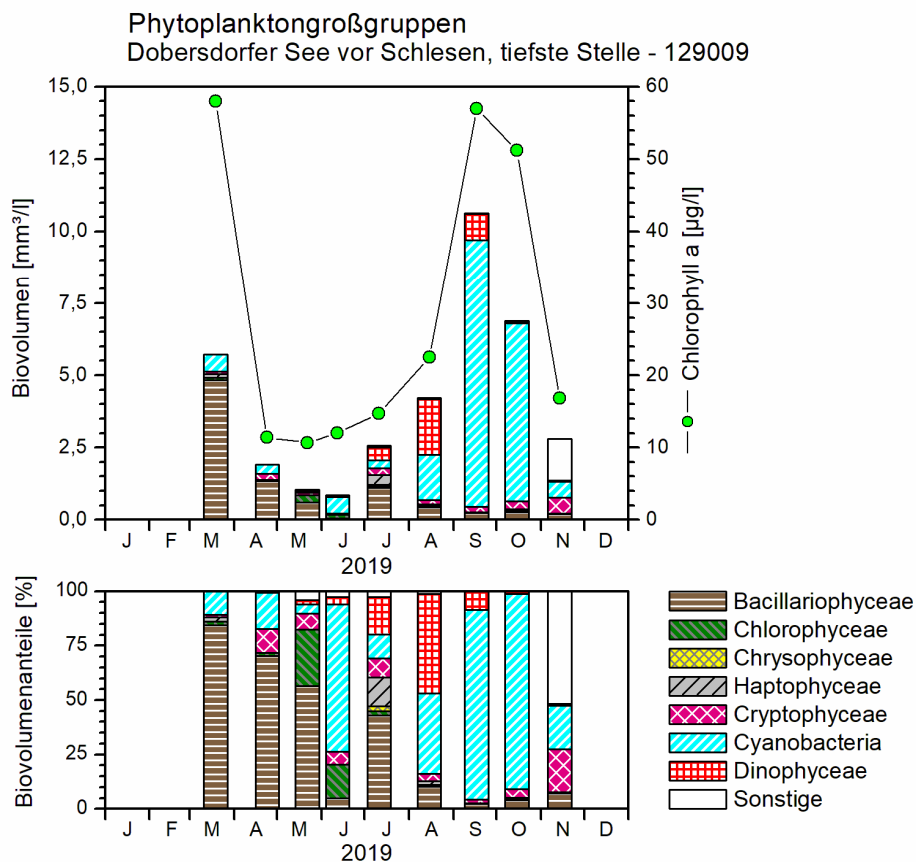


Abb. 23: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Dobersdorfer Sees im Jahr 2019. Oben: Absolute Biovolumina und Chlorophyll a. Unten: Prozentuale Anteile Biovolumen.

Während der Vollzirkulation im März und April dominierten anders als 1 Jahr zuvor deutlich centrische und pennales Kieselalgen. Hauptvertreter der Pennales waren *Asterionella formosa*, *Fragilaria tenera* und Arten aus der Gruppe der *Fragilaria ulna* va. *angustissima*- Sippe. Hauptart der Centrales war *Cyclotella balatonis*.

Nach Ende der frühjährlichen Kieselalgenblüte waren die Algengehalte im Mai und Juni, verbunden mit starkem Zooplankton-Grazing (s.u. Kap. 5.52) auf niedrigem Niveau. In dieser Phase waren Chlorophyceen (Grünalgen) mit *Ocystis marssonii* und *Pseudosphaerocystis*

lacustris und auch Canobakterien (Juni) mit mehreren Arten (Nostocales und Picoplankter) relativ stark vertreten.

Ab Juli stiegen die Gesamt-Algengehalte kontinuierlich bis Mitte September an, zunehmend von Blaualgen dominiert. Neben der nostocalen Art *Aphanizomenon gracile* waren Oscillatoriales die Hauptvertreter. Die Hauptart war *Pseudanabaena limnetica*, die im September den Höchststand mit 80 % Anteil erreichte. Auch im Oktober erreichte diese feinfädige Art noch hohe Biomassen, wenn auch leicht abnehmend gegenüber September.

Profundaldiatomeen

Die gesondert entnommene Profundalprobe vom 14.11.2019 zeigt keine starke Dominanz einer Art. Es dominierten mehrere Arten der Schlammprobe auf ähnlich hohem Niveau, vor allem *Stephanodiscus hantzschii* (20 % Anteil an der Gesamtschalenzahl), *Stephanodiscus minutulus* (15 % Anteil), *Aulacoseira granulata* und *Aulacoseira ambigua* (jeweils 12 % Anteil). *Cyclotella balatonis* und *Asterionella formosa* erreichten jeweils 11 % Anteil. Diese Dominanzverteilung war sehr ähnlich wie ein Jahr zuvor (ARP & MAIER 2019).

Informationen zur Auswertung der Profundaldiatomeen mittels Di-Prof finden sich in Kap. 5.2.1.

Plausibilität der PhytoSee-Bewertung

Im Rahmen der EU-WRRL wurde der See 2019 mittels der Qualitätskomponente (QK) Phytoplankton als **mäßig** bewertet (Details siehe Kap. 5.2.2). Diese Einstufung nahe im Grenzbereich zu „unbefriedigend“ in diesem polymiktischen See mit relativ kleinem Einzugsgebiet ist trotz der deutlich erhöhten Biomassen mit hohem Blaualgenanteil im Spätsommer und Herbst plausibel, da die Gehalte im späteren Frühjahr bis zum Frühsommer moderat waren.

5.5.2 Ergebnisse Zooplankton

Der **Dobersdorfer See** wurde im aktuellen Jahr von März bis November 9x beprobt. Die Entnahmetiefe betrug immer 17 Meter.

Im aktuellen Untersuchungsjahr 2019 wurden insgesamt 38 Taxa des Metazooplanktons nachgewiesen (23 Rotatorien, 7 Cladoceren und 8 Copepoden). „Buckelbosminen“ (*B. coregoni thersites*) wurden im aktuellen Jahr wieder in der Augustprobe gesehen. Neben den oben genannten Metazooplankton-Taxa wurden noch Larven der Dreikantmuschel sowie Larven der Büschelmücken (*Chaoborus* sp.) erfasst. Große, vagile Ciliaten traten nur im Juni in einer Dichte von knapp 1,5 Ind./L auf. Insgesamt ist der Dobersdorfer See im aktuellen Jahr als eher artenarm bis allenfalls mittel artenreich einzustufen.

Das **Rotatorienplankton** wird praktisch den gesamten Untersuchungszeitraum von dem allgemein häufigen Facettenrädertier *Keratella cochlearis* sowie von *K. quadrata* geprägt. Flossenrädertieren (*Polyarthra* spp.) sind im März/April und wieder später im September und Oktober aspektbestimmend. Kleine Synchaeten aus der *S. lakowitziana / oblonga* Gruppe sind im Juli häufig. Im Hochsommer kommen - mit *Pompholyx sulcata* - Zeiger hoher Trophie auf. Nahrungsspezialisten waren äußerst spärlich vorhanden.

Cladoceren sind im aktuellen Jahr praktisch nur im Frühjahr / Frühsommer stärker vertreten, wobei Daphnien (*Daphnia galeata*) und Rüsselkrebse (*Bosmina longirostris*) im Mai und Juni das Bild bestimmen. Linsenkrebse (*Chydorus sphaericus*) kommen im Hochsommer stärker auf und sind in den Monaten ab September das alleinige Cladoceren-Taxon.

Das **Copepodenplankton** wird zu Beginn der Untersuchung von *Cyclops vicinus* (Zeiger erhöhter Trophie!) dominiert. Noch relativ häufig in den Frühjahrsproben ist der calanoide Ruderfußkrebse *Eudiaptomus graciloides*. Im Sommer bis hinein in die Herbstmonate ist das Copepodenplankton relativ artenreich zusammengesetzt, wobei *Mesocyclops leuckarti* die dominante Art ist. Hervorzuheben ist die vergleichsweise deutliche Präsenz von *Acanthocyclops robustus* in der zweiten Hälfte der Untersuchungszeit, einer Art, die (zusammen mit *Cyclops vicinus*) eutrophe Bedingungen indiziert.

Die Abundanzen der taxonomischen Großgruppen liegen im niedrigen Bereich. Die mittlere Abundanz der Rädertiere beträgt 280 ind./L, die der Cladoceren 9 Ind./L und die der Copepoden ca. 19 Ind./L.

Die mittlere **Biomasse** des Zooplanktons liegt im Dobersdorfer See im Jahr 2019 bei 110 µg/L (Median 104 µg TM/L) und damit auf niedrigem Niveau. Maximal werden 198 µg TM L⁻¹ erreicht (Mai; Abb. 24). Starke Massenbildner sind im zeitigen Frühjahr die cyclopoiden Copepoden, in den Monaten Mai/Juni die Cladoceren. Das Cladocerenmaximum deckt sich mit dem Einbruch des Phytoplanktons. Das Sommerplankton wird geprägt von Ruderfußkrebsen, wobei anzumerken ist, dass die herbivoren calanoiden Ruderfußkrebse im Juli immerhin ca. 50 % der Biomasse stellen, was für Seen mit erhöhter Trophie eher untypisch ist. Rädertiere stellen gegen Ende des Untersuchungszeitraum (November) etwa 50 % der Zooplanktonmasse, bleiben aber den übrigen Untersuchungszeitraum unter 20 %.

Nahrungsnetz nach PhytoLoss

Der Cladoceren-Größenindex (**GIC**) liegt im Mittel (Median) bei 4,45 (Median 3,88) µg TM/Ind.⁻¹. Dieser Wert wird stark durch das starke Aufkommen der Raubcladoceren (Glaskrebse / *Leptodora*) im Sommer geprägt (GIC im Juli = 12,66, im August immerhin 5,31 µg TM/Ind.). Der über das Modul PhytoLoss ermittelte FPI indiziert mit Effektklasse 3 eher niedrige Fraßeffekte durch Fische für die Sommermonate (Abb. 25), wobei der errechnete relativ niedrige FPI (bzw. rel. hoher GIC) wenig aussagekräftig ist, da die Datenbasis für die Berechnung - aufgrund der nur in niedriger Dichte auftretenden Cladoceren - gering ist.

Der Fraßdruck seitens des Zooplanktons auf das Phytoplankton ist im aktuellen Jahr extrem schwach ausgeprägt (**MGI und CGI** = Effektklassen 2 bzw. 1), der Umsatz von Phytoplankton-Masse in Zooplankton-Masse (**Z/P**) sehr niedrig (Effektklasse 2). Die Futterqualität für Cladoceren (**FQIC** = 2,1 bzw. 30 % an fressbaren Algen) sowie für das gesamte Zooplankton (**FQI** = 2,8 bzw. 40 % an fressbaren Algen) liegt - sicherlich aufgrund des schwachen Fraßdruckes durch das Zooplankton auf das Phytoplankton - immerhin im moderaten Bereich (vgl. Abb. 25).

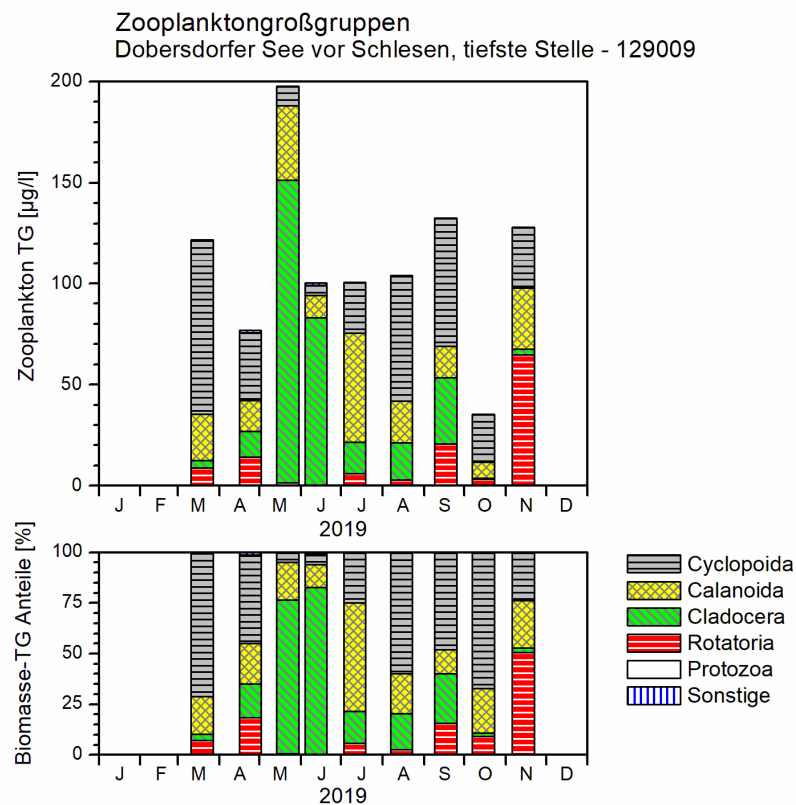


Abb. 24: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons für den Dobersdorfer See im Jahr 2019. Basis ist die Biomasse der gesamten Wassersäule an der tiefsten Stelle. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

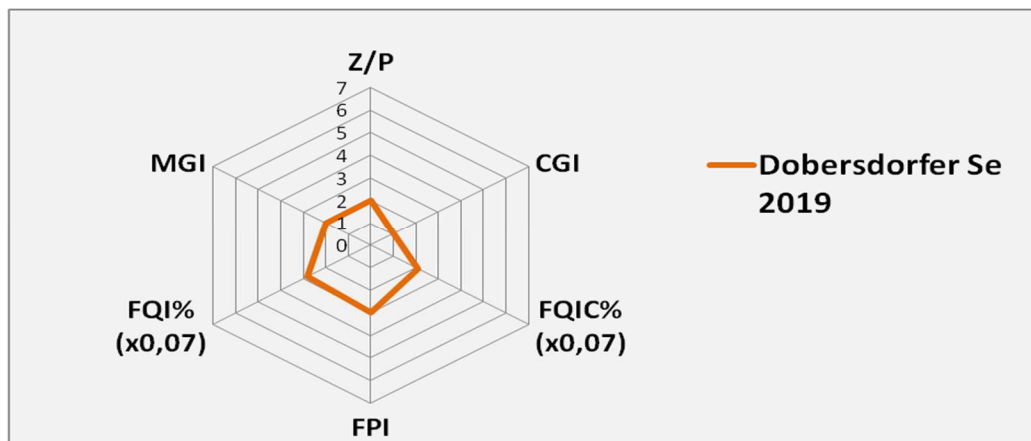


Abb. 25: Wichtigste Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Dobersdorfer See im Jahr 2019. Sommersituation (Ende Juni bis Anfang Oktober).

5.5.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Dobersdorfer See

5.5.3.1 *Phytoplankton*

Der polymiktische Dobersdorfer See ist ein großer windexponierter und gleichzeitig planktondominierter Flachsee mit erhöhten Nährstoffgehalten, in den letzten Jahrzehnten in der Regel mit während des Jahres häufigem Auftreten von Bacillariophyceen und meist sommer- und (früh-)herbstlicher Dominanz von Dinophyceen und/oder Cyanobakterien, die meistens die höchsten Biomassen des Jahres erreichen.

Im tieferen südlichen Becken vor Schlesien ist das Epilimnion ab Hochsommer meistens 8-10 m tief. Bei Sichttiefen i.d.R. um 1m von Mai bis Oktober zirkulieren die Algen innerhalb des großen Epilimnions vor allem ab Hochsommer längere Zeit im Dunkeln, so dass Phytoplanktonarten im Vorteil sind, die entweder mobil sind (*Microcystis* aus der Gruppe der Cyanobakterien durch Bildung von Gasvakuolen; *Ceratium* aus der Gruppe der Dinophyceen durch Besitz von Geißeln) oder physiologisch an Schwachlichtbedingungen angepasst sind (fädige Blaualgen aus der Gruppe der Oscillatoriales). Die Oscillatoriales haben in den letzten 4 Jahren (seit 2016) deutlich zugenommen, bei gleichzeitig abnehmenden jahreszeitlichen Schwankungen im Phosphorgehalt in 1 m Tiefe. Die P-Gehalte in 1 m Tiefe liegen inzwischen während der sommerlichen Schichtungsphase (Mai-September) stets stabil unterhalb 0,05 mg/l TP (s.u. Langzeitentwicklung, Abb. 27).

Altdatenvergleich Trophie und Phytoplankton

Zahlreiche Altdaten zum Plankton mit meist 7-9 Proben/Jahr liegen aus den letzten 2 Jahrzehnten seit 1999 vor. Vom gleichen Bearbeiter liegen Daten (ausgenommen 2007), seit 2004 vor (ARP 2005b, ARP & DENEKE 2006 und 2007, KASTEN & MICHELS 2008, ARP & MAIER 2009, ARP, KASTEN & MAIER 2010 und 2011, ARP & MAIER 2012, ARP, MAIER & MICHELS 2013, 2014 und 2015 und ARP & MAIER 2016-2019).

Bei den Indices (Trophie und Phytosee-Index) zeigt sich langfristig folgendes (Abb. 26, Tab. 14):

- Der trophische Status hat sich seit dem Jahr 2000 nicht verändert und liegt bei eutroph 2, eine leichte Abnahme gibt es jedoch beim Teilindex, dem Phosphor in 1 m Tiefe (s.u.).
- Daten zur Einstufung des Sees anhand der Qualitätskomponente Phytoplankton mittels des Phytosee-Indexes (PSI) liegen aus dem gleichen Zeitraum vor, es wird jedoch nur der Zeitraum seit 2005 betrachtet, da seit dieser Zeit die Feldmethodik gleich ist (Probenahme des Phytoplanktons und Chl.a aus 0 – 6 m) und meist der gleiche Bearbeiter das Plankton analysiert hat. Seit dem Jahr 2005 wird der See i.d.R. „mäßig“, in drei der 15 Jahre auch „unbefriedigend“ eingestuft.
- Die Schwankungen über die 15 Jahr ist beim PSI erwartungsgemäß größer als beim Trophieindex, da an der Trophieindexbildung drei Parameter beteiligt sind. Die drei Ausreißer beim PSI nach „oben“, 2011, 2015 und 2018, rühren von ausgeprägten Algenpeaks (2011: ein Sommerpeak v.a. von *Microcystis* und *Ceratium*, 2015 und 2018: Herbstpeaks v.a. von *Pseudanabaena limnetica* zu jeweils verschiedenen Jahreszeiten)

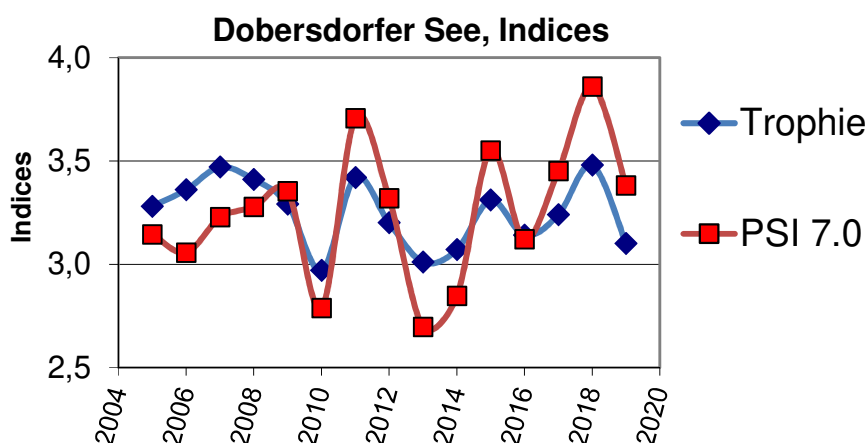


Abb. 26: Trophie-Index (nach LAWA 2014) und PhytoSee-Index (PSI) im Vergleich 2005 bis 2019 für den Dobersdorfer See.

Bei langzeitlicher Betrachtung von Phosphor und Algengehalt ist in Tab. 13 ein Vergleich der ersten mit der zweiten Phase der letzten 15 Jahre ab 2005 aufgelistet: Eine leichte Abnahme der Nährstoff- und Phytoplanktongehalte zeigt sich im Zeitraum **2012 – 2019** gegenüber der ersten Phase der insgesamt 15 Jahre (**2005 – 2011**) (arithmetisches Mittel), sowohl beim Gesamtposphor (TP) in 1 m (18 %) als auch abgeschwächt beim Phytoplanktongehalt (Chl.a und Biovolumen (9 und 18 %). Beim TP in 17/18 m Tiefe gibt es aufgrund der zunehmenden Schichtungsstabilität eine deutliche Zunahme (26 %).

Tab. 13: Vergleich wichtiger Parameter (Saisonmittel) der Zeiträume 2005-2011 und 2012-2019 für den Dobersdorfer See.

Zeit-räume	TP 1m (mg/l)	TP 17/ 18 m (mg/l)	Chl.a (µg/l)	Biovolumen (mm3/l)
2005-2011	0,056	0,153	30,7	4,9
2012-2019	0,046	0,192	27,9	4,0

Beim langzeitlichen Vergleich 2005 bis 2019 mit Hilfe von Medianen und Perzentilen zeigt sich für Gesamtposphor und das Phytoplankton folgendes (Abb. 27, Abb. 28):

- Beim **Phosphor (TP)** gibt es insgesamt in **1 m Tiefe** einen leichten Abwärtstrend seit 2005, mit gleichzeitig deutlich abnehmender jahreszeitlicher Schwankungsbreite in den letzten 4 Jahren. Die Unterschiede zwischen den Jahren sind signifikant.
- In **17-18 m Tiefe** ist bei **TP** im Trend vor allem eine Zunahme der Schwankungsbreite zu beobachten. Eine leichte Zunahme des TP-Gehaltes ist auch erkennbar, aber statistisch nicht signifikant. Diese mögliche leichte Erhöhung bzw. die deutlichere größere Schwankungsbreite sind plausibel, da in den letzten Jahren die sommerliche Schichtung im Dob. See vor Schlesien etwas ausgeprägter ist, besonders in den Jahren 2006, 2008, 2010, 2013, 2014 und 2016-18. Dadurch steigen die Phosphorgehalte im unteren Wasserkörper. Ein Maß für die Schichtungsstabilität der Wassersäule ist der

RWCS (= relative water column stability) nach WELCH (1992)¹. Dieser Wert ist im Dobersdorfer See in den oben genannten Jahren am höchsten.

- Beim **Chl.a** und **Biovolumen (BV)** ist kein eindeutiger Trend erkennbar, wobei Unterschiede zwischen den Jahren beim BV signifikant sind (beim Chl.a nicht signifikant).

Tab. 14: Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2019 im Vergleich zu den letzten neun Jahren für den **Dobersdorfer See**.

Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor.

Dobersdorfer See (Sasionmittelwerte)	TP (1 m) (mg/l)	Sicht- tiefe (m)	Chl a (Z _{integr.}) (µg/l)	PP BV (Z _{integr.}) (mm ³ /l)	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
2010	0,038	1,3	20,4	2,8	3,0 (e1)	2,79
2011	0,063	1,1	40,4	6,8	3,4 (e2)	3,71
2012	0,043	1,1	28,4	4,1	3,2 (e2)	3,32
2013	0,042	1,1	18,9	2,5	3,0 (e2)	2,70
2014	0,047	1,1	19,6	2,9	3,1 (e2)	2,85
2015	0,055	1,1	33,0	4,4	3,3 (e2)	3,55
2016	0,043	1,3	24,0	3,5	3,1 (e2)	3,11
2017	0,048	1,2	29,3	4,3	3,2 (e2)	3,45
2018	0,046	1,0	42,3	6,6	3,5 (e2)	3,86
2019	0,041	1,5	28,3	4,1	3,1 (e2)	3,38

- **Entwicklung wichtiger Phytoplanktongruppen** (Abb. 28): Durch den leichten Rückgang beim wichtigsten Algennährstoff Phosphor in 1 m Tiefe in den letzten 15 Jahren liegen die Phosphorgehalte in der Vegetationsperiode phasenweise inzwischen in einem Schwellenbereich, in dem Änderungen in der Algensukzession möglich sind (in den letzten Jahren Einzelwerte meist um 0,05 mg/l TP und tiefer). Daher wurde die Entwicklung der wichtigen Algengruppen genauer betrachtet. Bei den Bacillariophyceen (Kieselalgen) und abgeschwächt den Dinophyceen (Hornalgen) ist ein leicht abnehmender Trend über die 15 Jahre erkennbar, vor allem eine Abnahme der Spitzenwerte, während die Cyanobakterien in den Spitzenwerten zunehmen. Die Zunahme der Spitzenwerte bei den Cyanobakterien ist in erster Linie auf die Zunahme von feinfädigen Oscillatoriales zurückzuführen. Den deutlichen Hauptteil bildet dabei die Gattung *Pseudanabaena*, in geringerem Maße andere Arten. Fädige Blaualgen, insbesondere dünnfädige Oscillatoriales, weisen eine effiziente P-Ausnutzung und eine sehr gute Lichtausnutzung bei erhöhtem Trübungsgrad auf (NIXDORF et al. 2009). Bei den übrigen wichtigen Blaualgentaxa zeigen die Gattung *Microcystis* und die Gruppe der Nostocales, beides auch biomassebildende Taxa, keinen signifikant erkennbaren

¹ $RWCS = (D^b - D^s) / (D^4 - D^5)$; (D^b = Dichte des Wassers über Grund, D^s = Dichte des Wassers nahe der Oberfläche, D^4 = Dichte des Wassers bei 4°C, D^5 = Dichte des Wassers bei 5 °C).

langzeitlichen Trend. Die Abnahme bei den Bacillariophyceen ist vor allem auf die Abnahme von Spitzenwerten von *Cyclotella balatonis* zurückzuführen. Gleichzeitig sind bislang keine neuen Arten mit nährstoffärmeren Ansprüchen erkennbar.

- Eine Zusammenstellung der wichtigen Arten im Dobersdorfer See findet sich bei ARP, MAIER & MICHELS (2014).

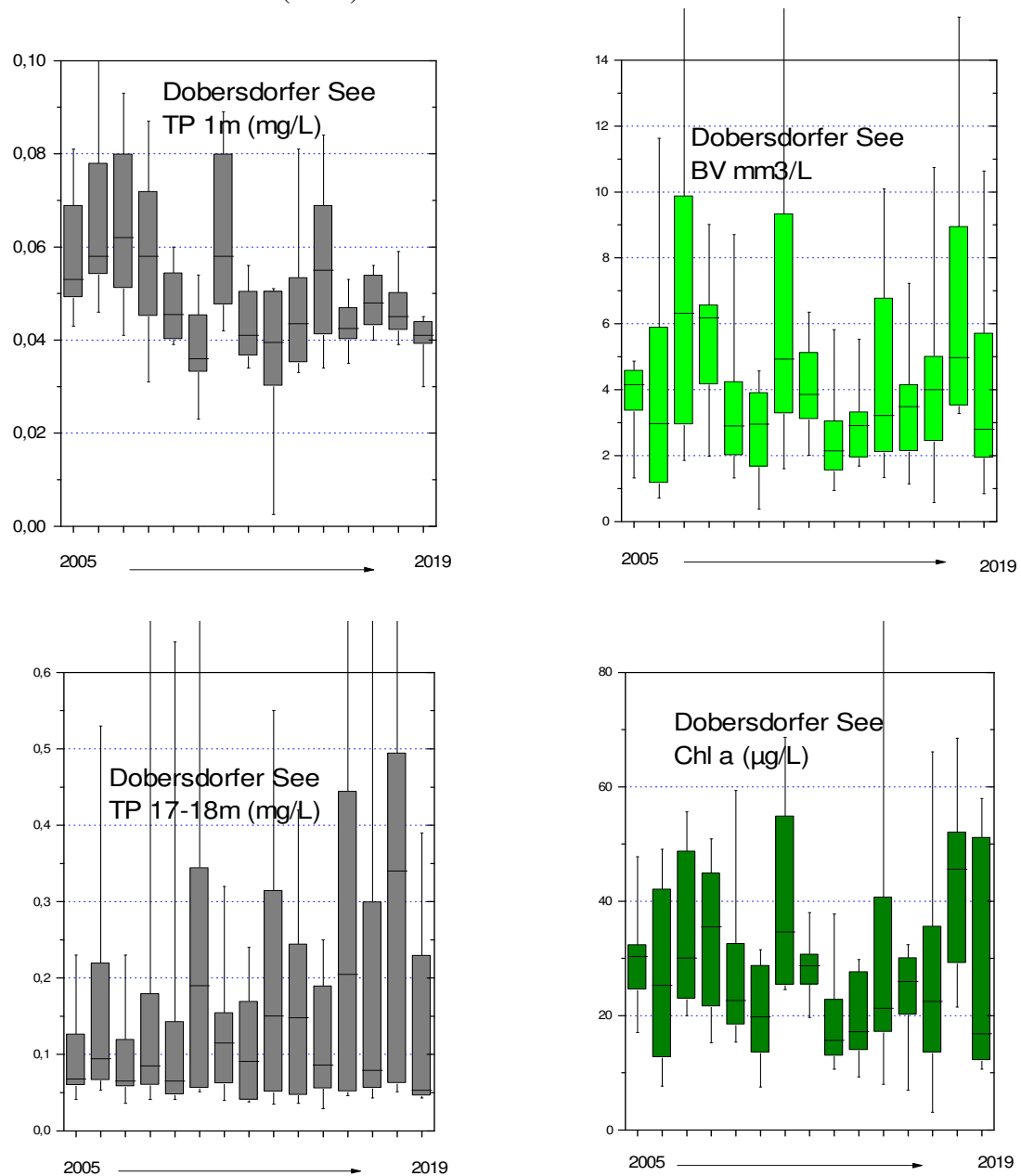


Abb. 27: Summenparameter im Langzeitvergleich für den Dobersdorfer See 2005 – 2019. **Links:** Jahresmittel für Gesamtphosphor (TP) (oben: 1m Tiefe, unten: 17-18 m Tiefe). **Rechts:** Algenbiomasse aus 0-6 m Tiefe (oben: Chl.a, unten: Phytoplankton-Biovolumen).- Boxplot mit Median (Querstrich), 25- und 75%-Perzentile (Kasten) und Ausreißer (Längsstrich).

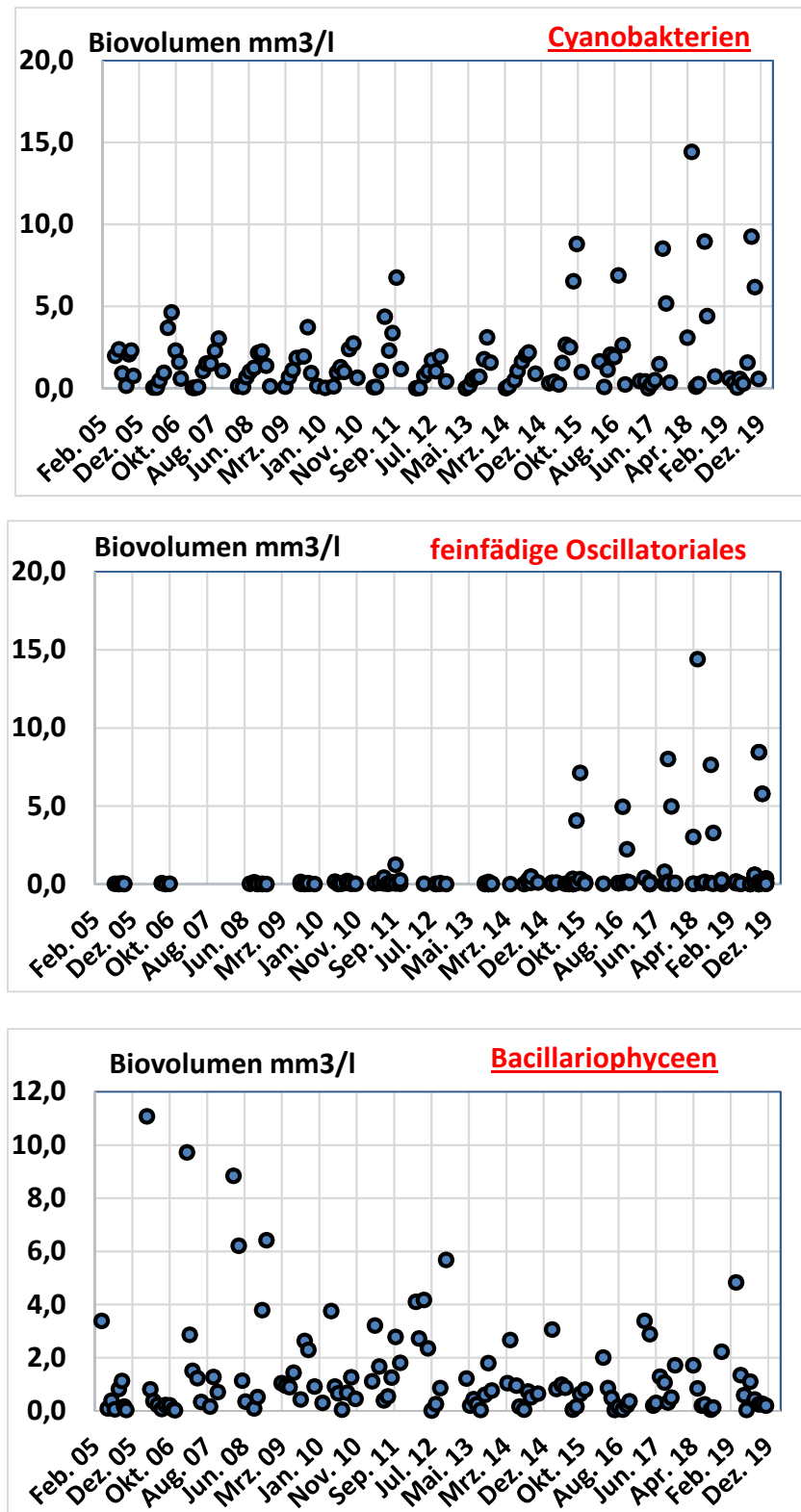


Abb. 28: Biomassen ausgewählter Algengruppen im Langzeitvergleich: Biomasse-Einzelwerte der Cyanobakterien (**oben**), feinfädiger Oscillatoriales (Untergruppe der Cyanobakterien) (**Mitte**) und Bacillariophyceen (**unten**) im **Dobersdorfer See 2005 – 2019** (jeweils Einzelwerte; n = 128; 7-9 Proben/Jahr).-

Erläuterungen: Die Biomasse der feinfädigen Oscillatoriales hier ist die Summe der Gehalte von *Limnithrix*, *Pseudanabaena*, *Planktolyngbya* und *Planktothrix*.

5.5.3.2 Zooplankton

Der Dobersdorfer See wurde bereits im Jahr 2003 von SPIEKER et al. (2004b) hinsichtlich des Zooplanktons untersucht. Angaben zur Biomasse liegen für die Jahre 2005 bis 2019 vor (ARP & DENEKE 2006 und 2007; KASTEN & MICHELS 2008; ARP & MAIER 2009; ARP, KASTEN & MAIER 2010, 2011; ARP & MAIER 2012; ARP, MAIER & MICHELS 2013, 2014, 2015; ARP & MAIER 2016, 2017, 2018 und 2019). Der Dobersdorfer See wird zusammen mit dem Großen Plöner See jährlich untersucht.

Der Dobersdorfer See weist im aktuellen Jahr 2019 mit der Dominanz von schlecht fressbaren Cyanobakterien ab Juni und Dinophyceen im Sommer (vgl. Phytoplankton) ein ungünstiges Futterspektrum für die Grazer in diesem Zeitraum auf. Gut fressbare Cryptophyceen und Bacillariophyceen sind nur im Frühjahr anteilig stärker vertreten und nehmen mit dem Aufkommen der Cladoceren bzw. deren Grazing Aktivität Ende Mai und Mitte Juni zum Juli hin stark ab. Die ungünstige Futtersituation im Sommer, wo allenfalls noch Bacillariophyceen und wenige Cryptophyceen für die Grazer zur Verfügung stehen, führt zum drastischen Rückgang der Cladoceren. In wie weit Toxine emittiert von Cyanobakterien zum Cladoceren-Rückgang im Hochsommer beitragen ist unklar. Im September besteht das Cladocerenplankton praktisch ausschließlich aus Linsenkrebse, die sicherlich in erster Linie neben dem Phytoplankton Bakterien aufnehmen. Beim Phytoplankton dominieren zu dieser Zeit Oscillatoriales (Hauptart *Pseudanabaena*), die vermutlich ungünstig bzw. schlecht fressbar für Cladoceren sind. Erstaunlich ist die für einen nährstoffreichen See starke Präsenz der calanoiden Ruderfußkrebse im Sommer, die vermutlich das in dieser Zeit vorhandene Bacillariophyceen-Plankton nutzen und sicherlich auch in Konkurrenz zu den anderen Grazern, insbesondere zu den Cladoceren stehen.

Das starke Rückgang der Cladoceren ab Juli im Sommer und Herbst läßt sich nicht durch einen Fisch-Prädationsdruck erklären, da selbst kleine Cladoceren, wie Rüsselkrebse oder Linsenkrebse, die wenig von Fischen gefressen werden, zumindest im Hochsommer praktisch fehlen. Die ungünstige Futterqualität im Sommer dürfte u. a. für das Fehlen der Cladoceren verantwortlich sein, obwohl Daphnien (bei Abwesenheit von gut fressbaren Algen) auch Cyanobakterien bis zu einem gewissen Grad nutzen können (z. B. KURMAYER 2001). Wahrscheinlich ist auch, dass die Anwesenheit von Raubcladoceren im Sommer, sowie im aktuellen Jahr Konkurrenz durch calanoide Ruderfußkrebse (siehe oben) – neben dem ungünstigen Phytoplankton - eine Entwicklung der herbivoren Cladoceren beeinträchtigen.

Vergleich 2008 – 2019 (gesamte Saison)

Hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung der Biomasse des Zooplanktons seit 2005 zeigt der Dobersdorfer See einen Abwärtstrend (Abb. 29), der deutlicher bzw. eindeutiger ausfällt als beim Phosphor und ohnehin beim Phytoplankton. Nach durchschnittlichen Biomassen von ca. $\geq 300 \mu\text{g TM/L}$ (Mittelwert) in den Jahren bis 2010 nimmt die mittlere Biomasse (Mediane) zunächst von 2011 bis hin zum Jahr 2017 auf Werte von ca. 170-230 $\mu\text{g TM/L}$, in den beiden letzten Jahren auf etwa 70-100 $\mu\text{g TM/L}$ ab.

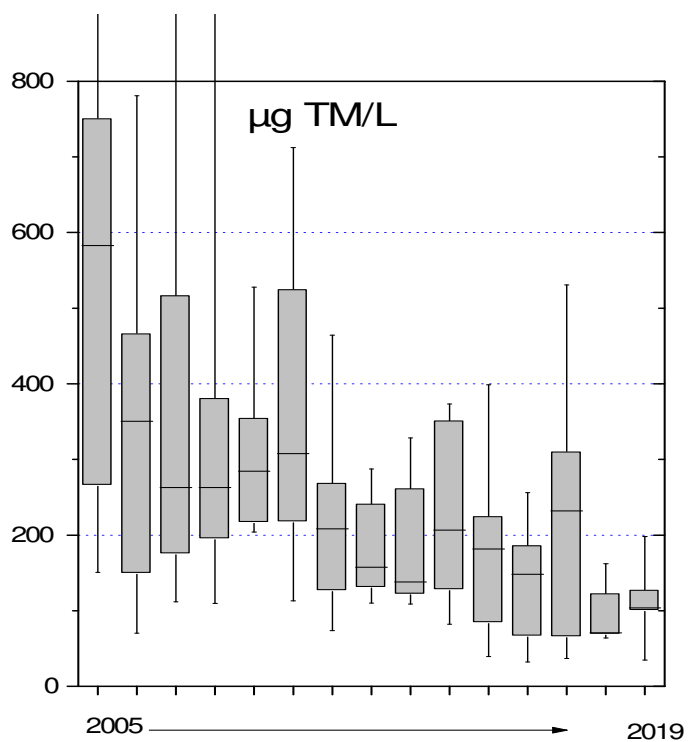
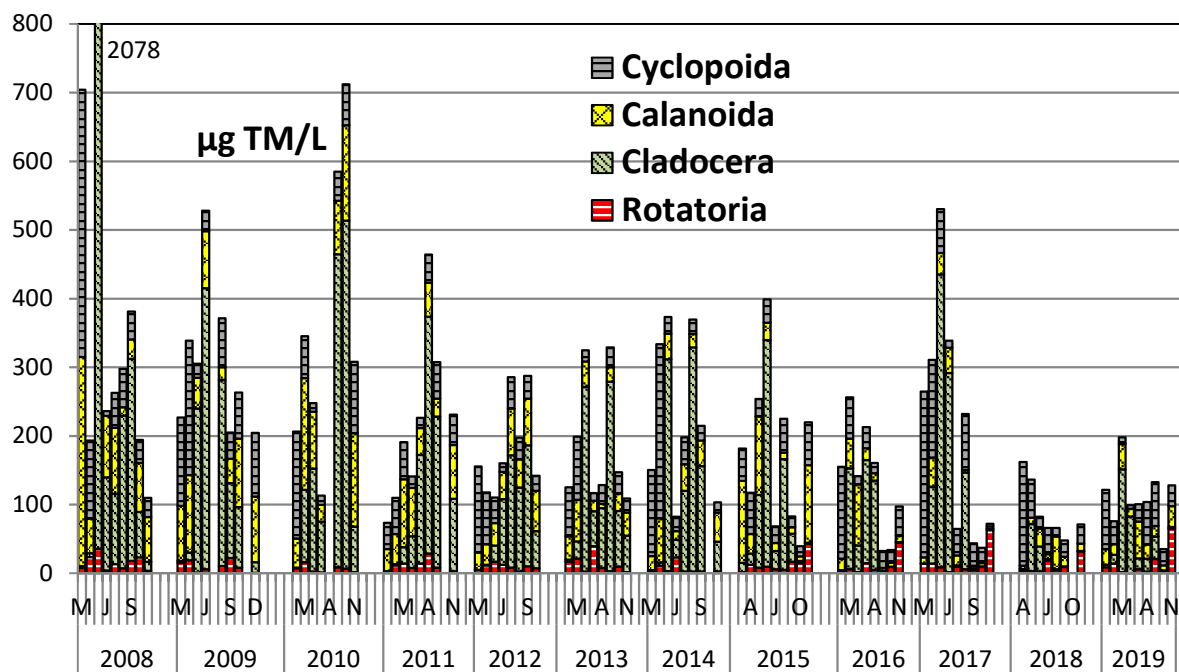


Abb. 29: Entwicklung der Biomasse (Trockenmasse) des Zooplanktons (Einzelwerte **oben**, Box-Whisker-Graphik **unten**), für die Untersuchungsjahre 2008 – 2019 (**oben**) und 2005 – 2019 (unten) im Dobersdorfer See. Box-Plots: Gesamter Untersuchungszeitraum innerhalb jedes Jahres.

Beim **GIC** (MCM) (gesamte Saison) ergeben sich keine eindeutigen Trends (Abb. 30 links). Allerdings sind Werte von $> 6 \mu\text{g}/\text{Ind.}$ (ca. Masse einer 1 mm langen Daphnie) in den Jahren ab 2011 bis 2017 praktisch nicht mehr anzutreffen. Kleine Cladoceren wie Linsenkrebse und Ceriodaphnien sind überwiegend dominant und kommen offensichtlich halbwegs mit der ungünstigen Futtersituation klar. Der hohe GIC im Jahr 2018 ist durch die deutliche Präsenz der Raubcladoceren bei gleichzeitiger Absenz anderer Cladoceren zu erklären und mit den Vorjahren nicht zu vergleichen. Ähnlich, aber weniger krass, verhält es sich im aktuellen Jahr 2019. Der Prädationsdruck durch Raubcladoceren (sowie auch durch Larven der Büschelmücken im September) tragen sicherlich mit zu der geringen Abundanz der übrigen Cladoceren (z.B. Daphnien, Rüsselkrebse) im Sommer bei.

Der Umsatz von Phytoplanktonmasse in Zooplanktonmasse (**Z/P**) bleibt im Median während des gesamten Untersuchungszeitraumes 2005 bis 2019 unter 40 %/d, in den Jahren ab 2011 unter 20 %/d und liegt im aktuellen Jahr bei niedrigen 8 % / d (Abb. 30 rechts).

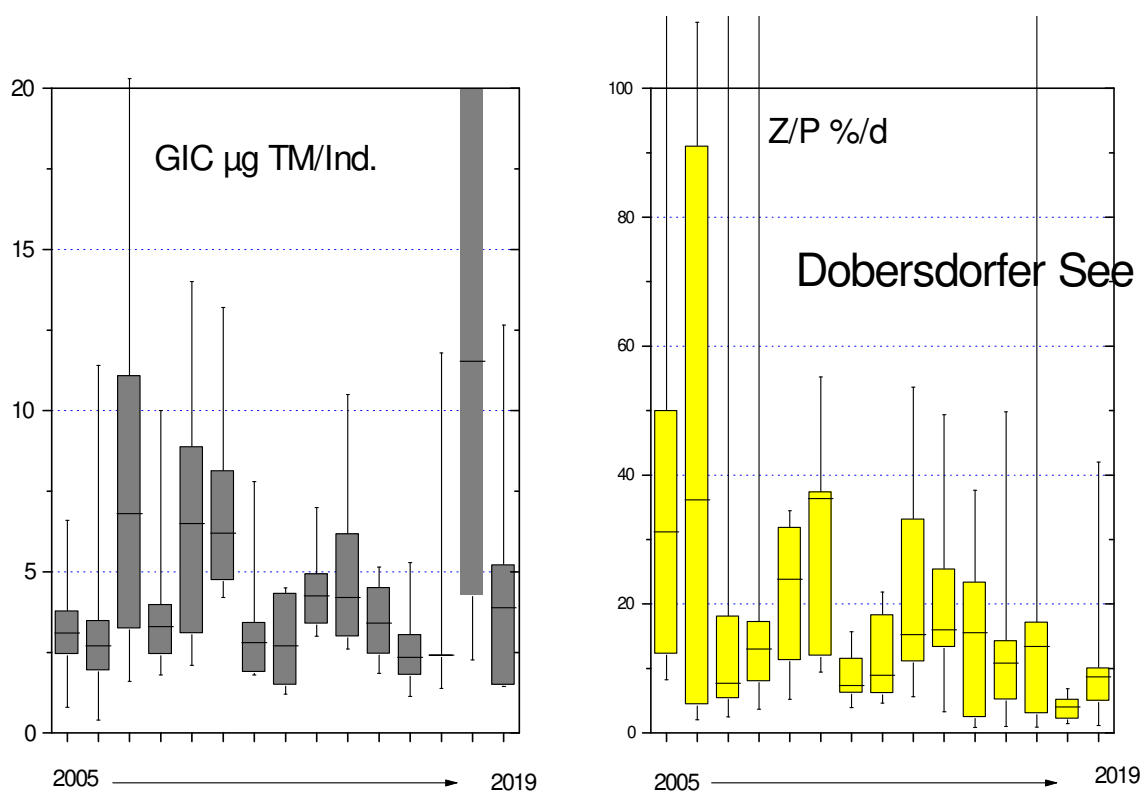


Abb. 30: Entwicklung des **GICs** (**links**) sowie des **Z/P** (**rechts**) über die Untersuchungsjahre **2005 – 2019** im Doberdorfer See. Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über jeweils im gesamten Untersuchungszeitraum.

Vergleich PhytoLoss-Indices 2007 – 2019 (nur Sommersituation)

In den Jahren vor 2016 lag die Differenz zwischen CGI und Z/P meist bei 2 – 5 Effektklassen (Ausnahme 2012: 1 Effektklasse), was in Richtung eines „inversen Grazing-Effekts“ wies; d.h. einer Förderung der schlecht fressbaren Algen durch Beseitigung der konkurrierenden, gut

fressbaren Algen über das Grazing (Tab. 15). Ein derartiger inverser Grazing-Effekt läßt sich ab dem Jahr 2017 nicht mehr feststellen; CGI und Z/P liegen beide auf gleichem bzw. annähernd gleichem, niedrigem Niveau.

Die über das PhytoLoss Modul ausgegebenen Werte ergeben bis einschließlich das Jahr 2018 eine niedrige/schlechte Futterqualität insbesondere für Cladoceren (FQIC). Der Fraßdruck auf das Phytoplankton seitens des Zooplanktons, insbes. der Cladoceren (CGI) ist bis zum Jahr 2016 überwiegend hoch und bedingt die niedrige Futterqualität (Tab. 12). Im aktuellen Jahr verbessert sich der FQIC, seit dem Vorjahr 2018 der FQI um eine Effektklasse was sicherlich auf den niedriger werden Fraßdruck durch das Zooplankton auf die fressbaren Algen zurückzuführen ist.

Eindeutige Trends hinsichtlich der Indices sind nicht zu sehen, allenfalls ein Rückgang des Zooplankton-Fraßdruckes auf das fressbare Phytoplankton seit dem Jahr 2017, das sich zumindest im aktuellen Jahr „positiv“ auf die Futterqualität auswirkt.

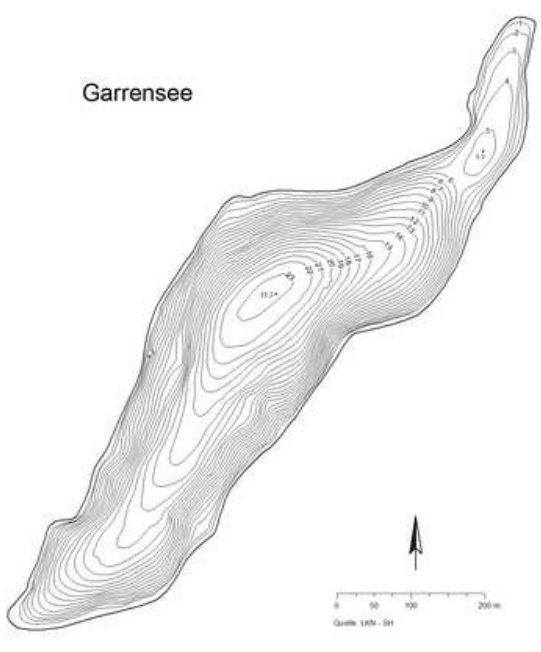
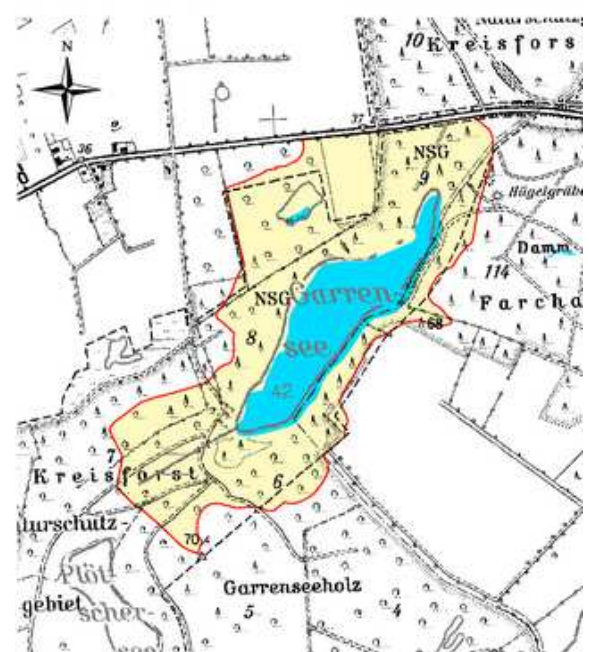
Auffällig sind die ungünstigen Umsatz Phyto- in Zooplanktonmasse und in den letzten drei Jahren. Nochmals zu erwähnen ist, dass der FPI aufgrund der geringen Datenbasis „mit Vorsicht zu betrachten“ bzw. nicht aussagekräftig ist. Mit Effektklasse 3 in den letzten beiden Jahren wäre der Fraßdruck seitens der Fische allerdings als nicht allzu hoch einzuschätzen.

In wie weit die Veränderungen beim Zooplankton in den letzten Jahren mit den Veränderungen beim Phytoplankton, insbesondere der Entwicklung hin zu fädigen Cyanobakterien, zusammenhängen, ist unklar. Sicherlich sind die fädigen Algen nicht bzw. schwer von großen Grazern (Daphnien) zu verwerten.

Tab. 15: Überblick über die mittels des Moduls PhytoLoss errechneten Indices für den Dobersdorfer See 2007 – 2019 (Daten nur aus der Sommersituation 24.6. – 7.10.). Ausgeprägte niedrige bzw. hohe Effektklassen sind rot bzw. blau markiert.

Jahr	Z/P	CGI	MGI	FQIC	FQI	FPI
2007	2	7	6	0,0	1,4	4
2008	3	7	6	0,7	1,4	5
2009	3	5	5	1,4	2,1	4
2010	4	6	5	1,4	2,1	4
2011	2	5	4	0,7	1,4	4
2012	4	5	5	1,4	2,1	4
2013	3	5	5	1,4	2,1	4
2014	3	6	5	1,4	1,4	4
2015	2	4	3	1,4	2,1	4
2016	3	5	5	0,7	2,1	4
2017	2	2	2	1,4	2,1	5
2018	1	1	1	1,4	2,8	3
2019	2	1	2	2,1	2,8	3
Median	3,00	5,00	5,00	1,40	2,10	4,00
Mittelwert	2,62	4,54	4,15	1,18	1,99	4,00

5.6 Garrensee

Stammdaten (oben), limnochemische und –biologische Mittelwerte + Indices 2019 (unten)					
Seetyp (Plkt.)	VQ [km ² 10 ⁶ m ⁻³]	See-Fläche [km ²]	Tiefe–mittel [m]	Tiefe–max [m]	th. Verweilzeit [a]
88.3 (13)	0,5	0,18	9,9	23,3	6,4
TP _{1m} [mg/l]	Sichttiefe [m]	Chl a Z _{integr.} [µg/l]	BV Z _{integr.} [mm ³ /l]	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
0,018	3,6	9,7	1,3	2,1	(2,55)
Tiefenkarte und oberirdisches Einzugsgebiet					
					

Der im Kreis Herzogtum Lauenburg liegende Garrensee ist ein Totsee aus der Weichseleiszeit. Er befindet sich in der Ratzeburger Seenplatte östlich von Ratzeburg (LANU 2002).

Der 18 ha kleine, kalk- und insgesamt auch salzarme See (Sondertyp 88.3) weist ein kleines Einzugsgebiet auf, hat eine hohe Wasseraufenthaltszeit (theor. Verweilzeit: 6,4 a) und ist relativ tief (mittlere Tiefe 9,9 m). Der See ist besonders kalkarm (3,2 mg/l Calcium im März 2019 → etwa 4-5fach geringere Calciumwerte als der Bültssee und Ihlsee). Wegen der Kalkarmut und der relativ geringen Trophie ist der See von besonderer Bedeutung, z.B. in floristischer Hinsicht mit wenigen aber ausschließlich gefährdeten Arten. Die Submersen traten 2019 im Mittel bis in 3,6 m Tiefe auf und hatten einen mittleren Deckungsgrad von 33 %, nahezu ohne Characeen (STUHR et al. 2020). Der Garrensee ist ein bestehendes Naturschutzgebiet und Teil des europäischen Schutzgebietssystems Natura 2000 (LANU 2002).

5.6.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen Mai und November 2019 wurden 8 tiefenintegrierte Mischproben aus 0-7 bis 0-10 m entnommen. Der stabil geschichtete See weist bei sehr geringen Phosphorgehalten entsprechend geringe Planktongehalte auf, mit den höchsten Gehalten im Herbst (Saisonmittel: $9,7 \mu\text{g l}^{-1}$ Chl. a und $1,3 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ Biovolumen). Das Frühjahr wird von Chlorophyceen (Grünalgen), der Sommer von Cyanobakterien (Blaualgen) und Dinophyceen (Hornalgen) und der Herbst ausschließlich von Cyanobakterien dominiert. Der silikatarmer See ist nahezu ohne Bacillariophyceen (Kieselalgen) (Abb. 31). Insgesamt wurden 48 verschiedene Taxa identifiziert.

Von März bis Mitte Mai dominierten sehr kleinzellige schnellwachsende Grünalgen mit den Hauptvertretern *Chlorella* und *Monoraphidium contortum*. Beide Taxa wiesen jeweils im März und April zusammen mehr als 60 % der Gesamtbiovolume auf.

Nach einem Klarwasserstadium im Mai, mit den niedrigsten Algengehalten der Saison, einem ausgeprägten Tiefenchlorophyllmaximum in etwa 9 – 13 m (Probenahmetiefe: 0 – 10 m) und erstem gehäuftem Auftreten von nostocalen Blaualen (*Anabaena lemmermannii*), etablierten sich ab Juni Arten der Dinophyceen. Vor allem die Cyanobakterien nahmen ab diesem Monat bis zum Herbst deutlich zu. Gleichzeitig war in diesem Monat der Grazingdruck durch das Zooplankton sehr stark (s.u. Kap. 5.6.2),

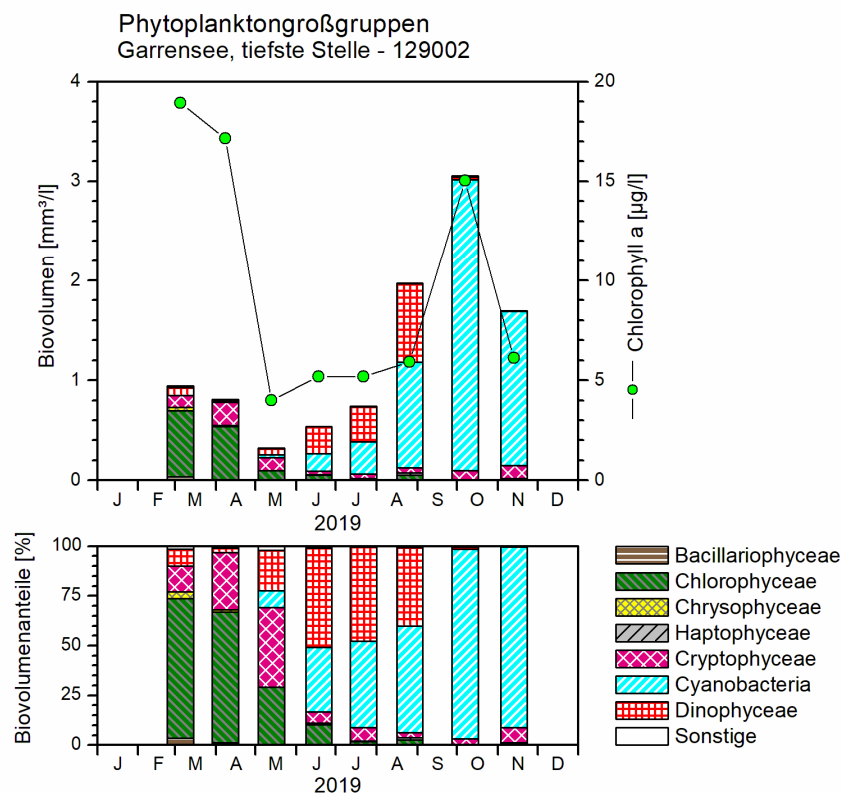


Abb. 31: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Garrensees im Jahr 2019. Oben: Absolute Biovolumina und Chl a. Unten: Prozentuale Anteile Biovolumen.

Die Hauptvertreter der Dinophyceen war bis zum Juli *Peridinium willei*, zudem im Juni *Gymnodinium uberrimum*. Beides sind relativ kugelige Formen, jedoch meist deutlich größer als 30 µm im Durchmesser, so dass sie vom Zooplankton schlecht verwertbar sind. Im Juli und August war ausserdem *Ceratium furcoides* gehäuft anzutreffen, die durch ihre sperrige Form noch schlechter vom Zooplankton verwertbar ist.

Die Hauptvertreter der Cyanobakterien im Juni und Juli war deutlich die picoplanktische Form *Aphanothece*. Ab August dominierte jedoch eine nostocale fädige Form, *Anabaena cf. danica*., im Oktober und November mit > 90 % Anteil an der Gesamtbiomasse. Diese Art wurde auch schon in früheren Jahren bestandsbildend im Garrensee beobachtet (ARP, MAIER & MICHELS 2014).

Tiefenchlorophyllmaxima gab es weiterhin von Juni bis zum September im unteren Metalimnion bis oberen Hypolimnion, wobei die Ausprägung weniger stark als im Mai war.

Zu betonen ist das mehrmalige Auftreten von den oligotraphenten Arten *Willea vilhelmii* und *Peridinium willei*.

Profundal diatomeen

In der gesondert entnommenen Probe der Profundal diatomeen vom 07.10.2019 wurden nur 2 Arten gefunden, *Asterionella formosa* (96 % Anteil an der Gesamtschalenzahl) und *Tabellaria flocculosa* (4 % Anteil). Auch 2013 wurden nur 2 Arten im Schlamm gezählt, darunter auch *Asterionella formosa*, jedoch mit 25 % Anteil (ARP, MAIER & MICHELS 2014).

Weitere Informationen zur Auswertung der Profundal diatomeen mittels Di-Prof finden sich in Kap. 5.2.1.

PhytoSee-Bewertung

Im Rahmen der EU-WRRL wurde der Garrensee mittels der Qualitätskomponente Phytoplankton als „mäßig“ an der Grenze zu „gut“ eingestuft. Dazu wurde der See im Vorfeld dem Planktontyp 13 zugeordnet (siehe auch Kap. 5.2.2). Diese Einstufung ist aufgrund der zu geringen Seefläche (< 50 ha) und der ausgeprägten Kalkarmut (Ca << 15 mg/l) eingeschränkt und nicht direkt mit kalkreichen Seen > 50 ha zu vergleichen.

5.6.2 Ergebnisse Zooplankton

Im **Garrensee** wurden von März bis November 8 Zooplanktonproben entnommen; der See wurde bis 21 m Tiefe beprobt.

Insgesamt wurden immerhin 41 Taxa des Metazooplanktons nachgewiesen (25 Rädertier-Arten, 9 Cladoceren- und 7 Copepoden-Arten). Relativ artenreich vertreten sind die Rädertiere und Cladoceren. Büchelmücken-Larven waren ebenfalls präsent. Der See gehört daher zu den artenreichen bis „durchschnittlich artenreichen“ Seen. Größere, vagile Ciliaten waren im Frühjahr und Herbst mit bis zu 8 Ind./L (März) vertreten. Erwähnenswert sind - ähnlich wie im

Ihlsee - Daphnien aus der *D. hyalina* (bzw. *D. x obscura* „Gruppe“), die früher wohl unter *D. hyalina typica* bzw. *D. hyalina pellucida* eingestuft wurden (z.B. Flössner 1972).

Die **Rädertiere** werden von März bis Mai von *Kellicottia longispina*, einem Zeiger eher niedriger Trophie, dominiert, die auch in den Monaten Juni bis August relativ häufig bleibt. Aspektbestimmend im Juni ist allerdings *Filinia terminalis*. Ganzjährig stark vertreten ist das Facettenrädertier *Keratella cochlearis*. In den Sommermonaten ist das Rädertierplankton artenreich zusammengesetzt, wobei auch Nahrungsspezialisten (*Ascomorpha*, *Trichocerca* spp.) in nennenswerter Abundanz (mit mehreren Ind./L) vorhanden sind.

Cladoceren sind im März/April schwach und überwiegend durch Rüsselkrebse (*Bosmina longirostris*) vertreten. Im Mai kommen Daphnien aus der „*D. hyalina* Gruppe“ stark auf und bilden zusammen mit den Rüsselkrebsen das Cladocerenmaximum mit 34 Ind./L. In den Restmonaten bestimmen Daphnien vorwiegend aus der „*D. hyalina* Gruppe“ das Bild. *Diaphanosoma brachyurum* ist während der Sommermonate präsent, aber nicht aspektbestimmend.

Das **Copepoden**-Plankton ist einfach zusammengesetzt, wobei 2 Arten ganzjährig bildbestimmend sind, der calanoide Copepode *Eudiaptomus gracilis* und der kleine cyclopoide Copepode *Thermocyclops oithonoides*. In der kühleren Jahreszeit sind Arten der Gattung *Cyclops* präsent, aber in nur geringer Abundanz.

Die Abundanzen aller taxonomischen Großgruppen sind als eher niedrig zu bezeichnen. Rädertiere erreichen im Mittel nur ca. 339 Ind./L, Cladoceren 6 und Ruderfußkrebse etwa 13 Ind./L.

Die **Biomasse** des Metazooplanktons liegt im Garrensee im unteren Bereich; der Median beträgt 87,5, der Mittelwert 112,4 µg TM/L. Die höchsten Biomassen werden im Mai zur Zeit des Cladocerenmaximums erreicht und betragen 357 µg TM/L. Starke Massenbildner sind ganzjährig, vor allem aber in der kühleren Jahreszeit die calanoiden Ruderfußkrebse. Cladoceren stellen im Mai gut 60 % der Zooplankton-Masse, Rädertiere nur im Mai gut 20 %. Larven der Büschelmücken sind im Oktober bei insgesamt allerdings niedrigen Gesamtmassen anteilig deutlich an der Biomassenbildung beteiligt, (Abb. 32).

Nahrungsnetz nach Phytoloss

Der Cladoceren-Größenindex (**GIC**) liegt im Sommer / Herbst (Juli bis Oktober) zwischen 4,41 und 8,52 µg TM/Ind. und damit im oberen Bereich. Der über das PhytoLoss-Verfahren errechnete **FPI** (Umkehrung vom GIC) indiziert mit Effektklasse 3 eher schwache Fischfraß-Effekte (Abb. 33).

Der Grazing-Druck seitens des Zooplanktons auf das fressbare Phytoplankton ist schwach ausgeprägt (**MGI** und **CGI** = Effektklassen 2), der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplankton-Masse ist relativ niedrig (**Z/P** = Effektklasse 3). Die Futterqualität für das Zoopl. ist aufgrund des relativ schwachen Fraßdruckes mindestens moderat (**FQI** und **FQIC** = Effektklasse 2,8 bzw. 2,1; Anteil des fressbaren Phytoplanktons liegt bei 40 und 30 %) (Abb. 33).

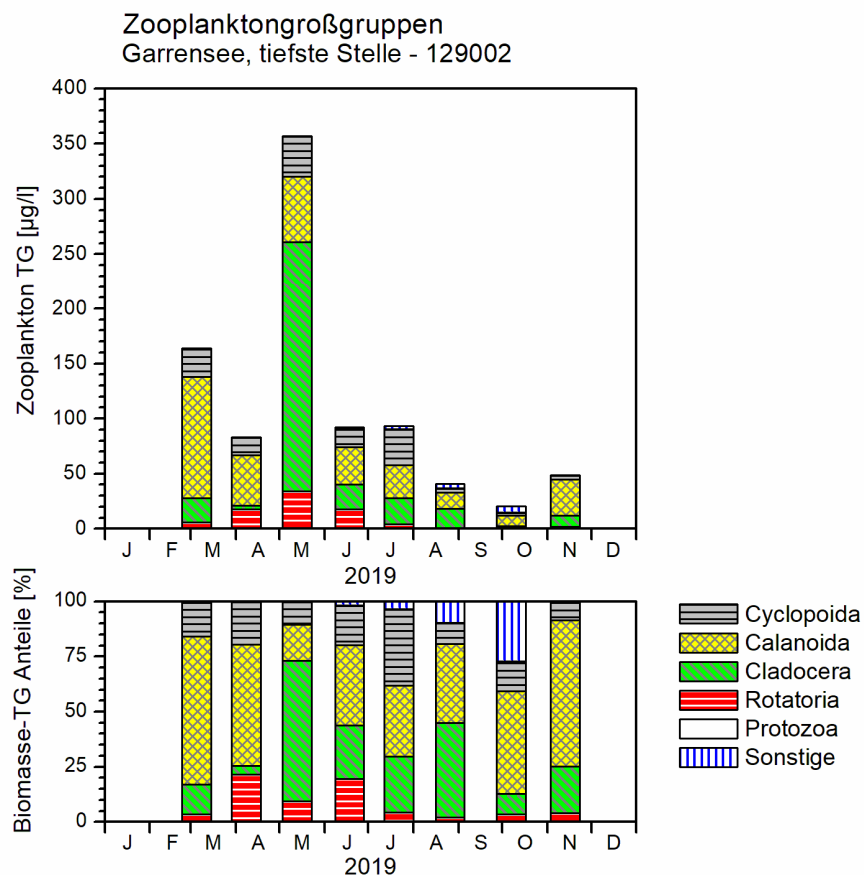


Abb. 32: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons für den Garrensee im Jahr 2019. Basis ist die Biomasse der gesamten Wassersäule an der tiefsten Stelle. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

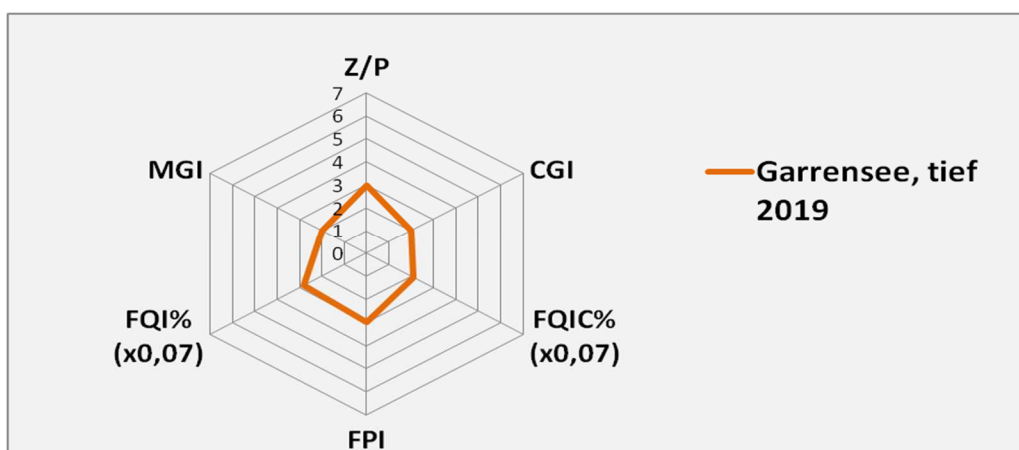


Abb. 33: Wichtigste Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Garrensee im Jahr 2019. Sommersituation (Ende Juni bis Anfang Oktober).

5.6.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Garrensee

5.6.3.1 Phytoplankton

Der stabil geschichtete Garrensee weist als ein relativ kleiner, silikat- und sehr kalkarmer, insgesamt salzarmer See (Sondertyp 88.3) besondere Bedingungen auf. Diese Sonderbedingungen sind sowohl an der geringen Artenzahl der submersen Makrophyten (insgesamt nur 3 Arten, die alle als gefährdet eingestuft sind; STUHR et al. 2020) als auch der relativ zu anderen Seen geringen Artenzahl beim Phytoplankton erkennbar (gefundene Arten 2019: 48).

Die Kalkarmut bedeutet eine geringe Pufferung des Gewässers. Der pH-Wert im Garrensee schwankte in allen untersuchten Jahren ab 2008 zwischen 6,9 und 9,4 und damit in einem größeren Bereich als in kalkreichen Seen. Diese größeren pH-Verschiebungen innerhalb eines Jahres können sich hemmend auf das Phytoplanktonwachstum einzelner Arten auswirken. Zudem fällt Kalzitfällung in diesem Weichwassersee aus. Durch Kalzitfällungen werden in Hartwasserseen Phytoplankter und damit auch der Phosphor durch Sedimentation schneller in die Tiefe verfrachtet und stehen dem Phytoplankton nicht mehr zur Verfügung.

Beim Phytoplankton ist auffällig, dass eine nostocale Blaualge, die fädige Art *Anabaena cf. danica*, stets ab Spätsommer bis zum Herbst die bestandsbildende Form des Phytoplanktons ist, sowohl 2019 als auch in früheren Jahren. Diese in anderen calcium- und silikatreicheren Seen der Region seltene Art ist keine Indikatorart für den im Rahmen der EU-WRRL zu ermittelnden Phyto-See-Index. Sie tritt im Garrensee in niedrigen (2013 und 2019) bzw. hohen Biomassen (Chl.a und Biovolumen, 2008 und 2009) auf und dominiert jeweils deutlich das gesamte Phytoplankton (Abb. 34). Diese deutliche Dominanz und die sehr verschiedenen hohen Biomassen bei gleichbleibend ähnlichen TP-Gehalten in 1 und 10 m Tiefe in allen 4 Jahren ist ungewöhnlich. Eine mögliche Erklärung für diese ausgeprägte Dominanz sind die besonders salzarmen Bedingungen. Zahlreiche Arten sind unter diesen Bedingungen nicht sehr konkurrenzfähig. Auch fehlen die ansonsten in Seen oft häufigen Kieselalgen als Konkurrenten.

Eine Erklärung für die Dominanz der Gattung *Anabaena* liegt möglicherweise in den Eigenschaften. *Anabaena* scheint die Gattung unter den Nostocales sein, die bei relativ niedrigen P-Gehalten, zumindest bei einigen Arten, ihr optimales Wachstum aufweist. RÜCKER (2010) stellte fest, dass in Brandenburger Seen *Anabaena* ihr Optimum bei 20 µg/l TP hat. Eine erhöhte Anzahl von Gasvakuolen, die *Anabaena cf. danica* aufweist, bedeutet zudem die Fähigkeit zu erhöhter Vertikalwanderung, um die Wachstumsbedingungen zu verbessern.

Altdatenvergleich Trophie und Phytoplankton

Zum Phytoplankton liegen aus dem letzten Jahrzehnt Altdaten von 2008 (ARP & MAIER 2009), 2009 (ARP, KASTEN & MAIER 2010) und 2013 (ARP, MAIER & MICHELS 2014) vor. Alle Analysen der insgesamt 4 Jahre wurden vom gleichen Bearbeiter durchgeführt. Der Garrensee hat sich 2013 und 2019 gegenüber 2008 und 2009 vor allem in der Höhe des Planktongehaltes verändert, mit deutlicher Abnahme der sommerlichen Blaualgengehalte. Entsprechend variiert auch die Einstufung des Sees mittels PSI, die ohnehin sehr eingeschränkt ist (s.o. Kap. 5.6.1), während die Trophie weniger schwankt und stets den Status mesotroph 2 aufweist (Tab. 16, Abb. 34).

In allen vier Jahren war die erste Jahreshälfte durch geringe Planktongehalte gekennzeichnet, mit starker Dominanz vor allem von coccalen Grünalgen und Cryptophyceen, bedingt auch durch das Fehlen von Bacillariophyceen wegen niedriger Silikatgehalte. Die zweite Jahreshälfte wird in allen 4 Jahren ab Spätsommer bis zum Herbst deutlich durch *Anabaena cf. danica* dominiert (Abb. 34).

Tab. 16: Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2019 im Vergleich zu früheren Jahren für den **Garrensee**.

Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV=Phytopl.-Biovolumen. TP=Gesamtphosphor.
* = Bewertung ist aufgrund geringer Seefläche und deutlich zu geringem Kalkgehalt eingeschränkt.

Garrensee (Saisonmittelwerte)	Sicht- tiefe (m)	TP (1 m) (mg/l)	Chl a (Zintegr.) (µg/l)	PP BV (Zintegr.) (mm ³ /l)	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhyoSee 7.0) *
2008	2,8	0,018	14,0	3,8	2,3	(2,82)
2009	1,9	0,016	20,2	6,4	2,5	(3,17)
2013	2,9	0,014	5,0	0,6	1,9	(1,47)
2019	3,6	0,018	9,7	1,3	2,1	(2,55)

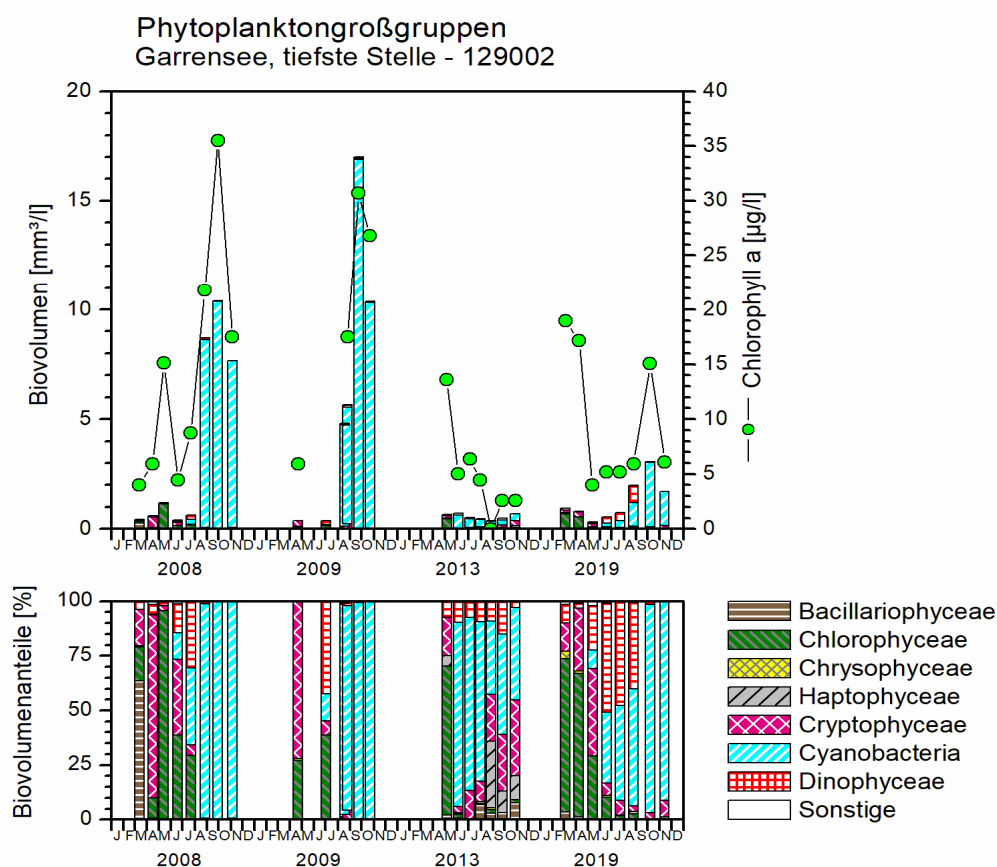


Abb. 34: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Garrensees für die Jahre 2008, 2009, 2013 und 2019. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

5.6.3.2 Zooplankton

Der Garrensee gehört – wie z.B. der Bültsee - zu den elektrolytarmen Seen innerhalb der untersuchten Seen. Biomassenangaben liegen für die Jahre 2008, 2009, 2013 und 2019 vor (ARP & MAIER 2009; ARP, KASTEN & MAIER. 2014, 2019), wobei die Werte ausnahmslos im unteren, niedrigen bis mittleren Bereich, allenfalls an der Grenze zwischen oligo- und mesotroph liegen. Der höchste Biomassenwert mit 126 (Median) bzw. 131 $\mu\text{g L}^{-1}$ (Mittelwert) wurde im Jahr 2008 gemessen. In den Jahren 2009, 2013 und im aktuellen Untersuchungsjahr liegen die mittleren Massen (Mediane) deutlich zwischen niedrigen 36-87 $\mu\text{g TM/L}$. (Abb. 35).

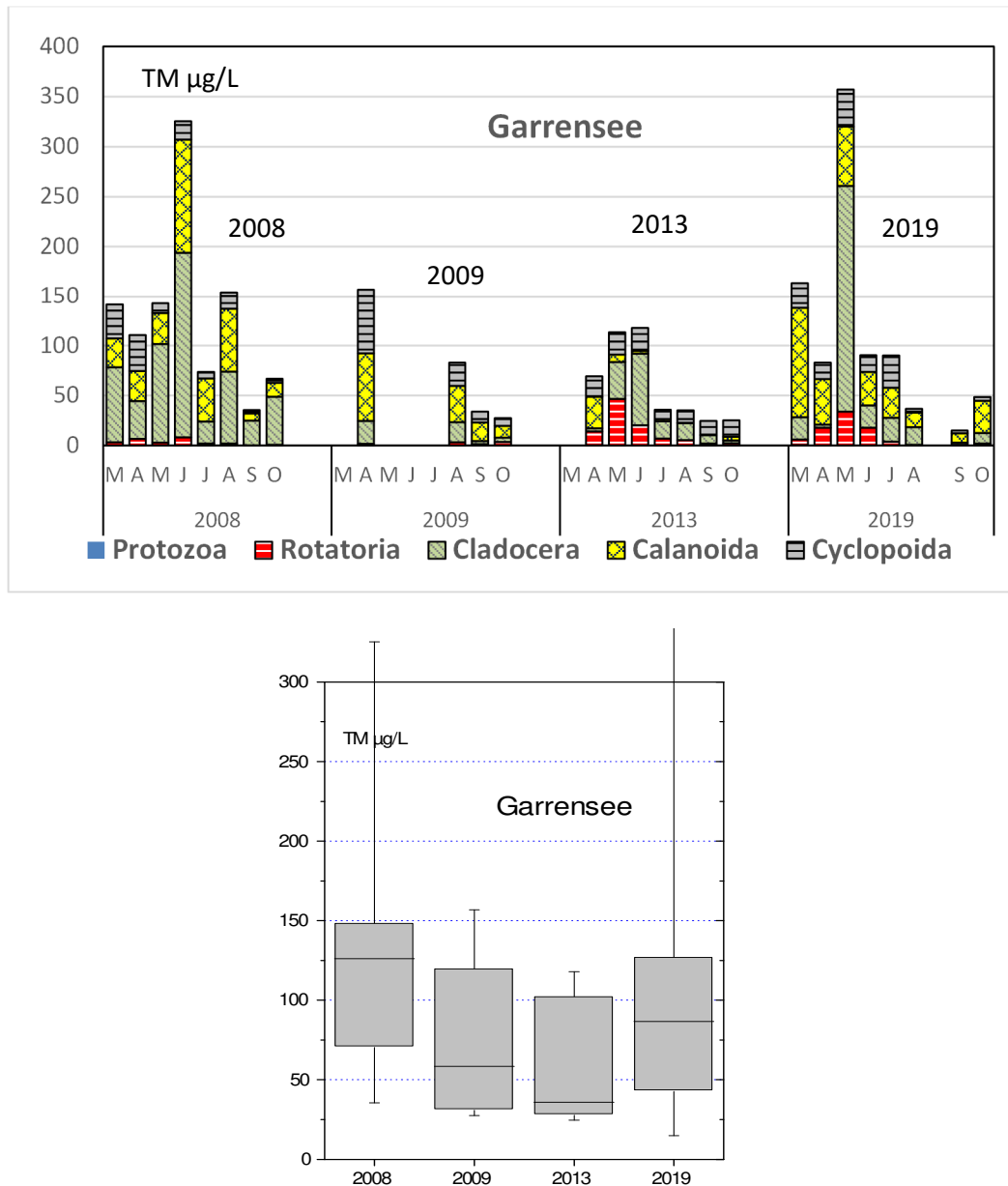


Abb. 35: Entwicklung der Biomasse (Trockenmasse) des Zooplanktons im Garrensee über 4 Jahre. **Oben** = einzelne Monate; **unten** = Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über den jeweils im Jahr gesamten Untersuchungszeitraum.

Im Garrensee fallen die hohen Anteile der effektiven Filtrierer (Cladoceren und calanoide Ruderfußkrebse) auf, was sich in den Jahren 2008, 2013 und 2019 in einem hohen GIC von ca. 6 bis 12 $\mu\text{g Ind.}^{-1}$ (Mediane) niederschlägt. Im Jahr 2009 ist der GIC niedriger, was sicherlich an der fehlenden Beprobung in den Monaten Mai bis Juli liegt (Abb. 36). Der hohe GIC zusammen mit der deutlichen Präsenz an Büschelmücken-Larven indiziert einen niedrigen Fraßdruck durch Fische in diesem See, was sich im aktuellen Jahr auch in dem niedrigen FPI niederschlägt.

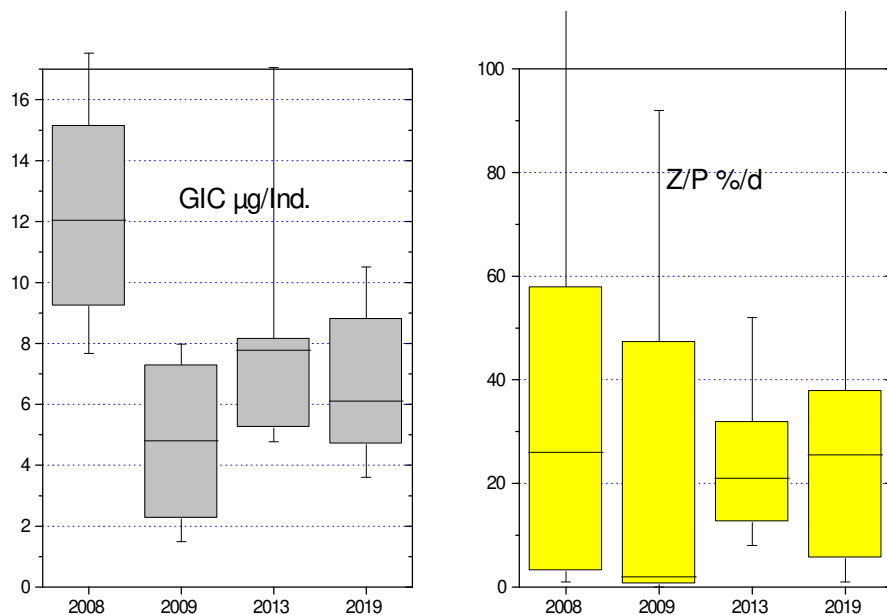
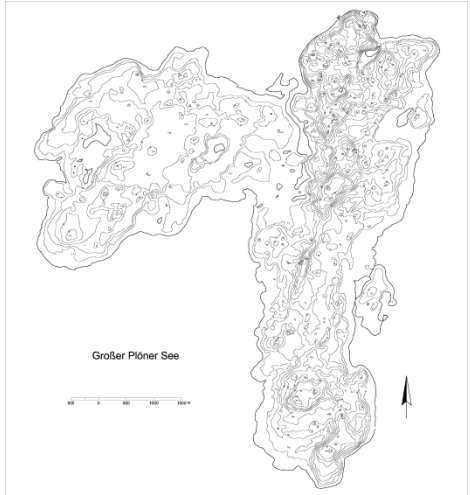
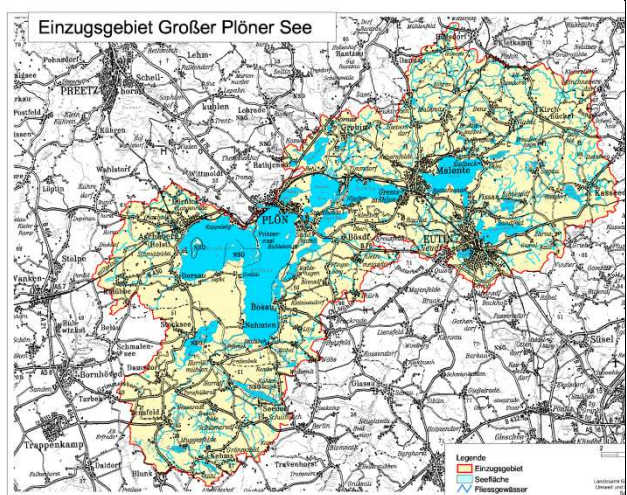


Abb. 36: Entwicklung des GIC (**links**) sowie des Z/P (**rechts**) über die Untersuchungsjahre **2008 – 2019** im Garrensee. Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über jeweils den gesamten Untersuchungszeitraum jeweils im Jahr.

Der wenig günstige Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse in der wärmeren Jahreszeit ist sicherlich auf die ungünstige Futtersituation in dieser Zeit (schlecht fressbare Cyanobakterien – *Anabaena*, Dinophyceen; siehe oben) zurückzuführen, die – im Falle der Cyanobakterien - eventuell auch durch Toxine die Entwicklung der filtrierenden Zooplankter hemmen (Abb. 36). Das fressbare Phytoplankton wird durch die großen Filtrierer aber trotzdem bis auf wenige Cryptophyceen im Sommer zurückgedrängt. Vermutlich bewirkt auch die Anwesenheit der Makrophyten durch eine indirekte Bereitstellung von Alternativnahrung eine Herabsetzung der **Z / P** Relation, wobei der Einfluss der Makrophyten in diesem tiefen See geringer sein dürfte als etwa im flachen Bültsee.

Ein deutliches Aufkommen des Rädertiers *Kellicottia longispina* wurde bereits in Vorjahren beobachtet, ist aber derzeit nicht zu deuten. Da *Kellicottia longispina* auch im Bültsee und Ihlsee stark vertreten ist, indiziert diese Art evtl. - neben Nährstoffarmut - elektrolytarme Gewässer. Auffällig sind unter den Daphnien Morphen mit konvexer Stirn, die am ehesten nach FLÖSSNER (2000) in Richtung *Daphnia hyalina* weisen, in der älteren Literatur als *Daphnia longispina* var. *hyalina* forma *rotundifrons* beschrieben wurden.

5.7 Gr. Plöner See

Stammdaten (oben), limnochemische und –biologische Mittelwerte + Indices 2019 (unten)					
Seetyp (Plkt.)	VQ [km ² 10 ⁶ m ⁻³]	See-Fläche [km ²]	Tiefe–mittel [m]	Tiefe–max [m]	th. Verweilzeit [a]
13	1,0	28,40	13,5	56,2	3,2
TP _{1m} [mg/l]	Sichttiefe [m]	Chl a Z _{integr.} [µg/l]	BV Z _{integr.} [mm ³ /l]	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
0,047	4,8	5,4	0,8	2,3 (m2)	2,12
Tiefenkarte und oberirdisches Einzugsgebiet					
					

Von der Entstehung her ist der Gr. Plöner See Teil des Restes eines ehemals großen Schwentinesees, der das ganze Schwentinetal bedeckte und dessen Seespiegel etwa 36 bis 39 m ü. NN lag. Der heutige Gr. Plöner See ist ein typisches Zungenbecken. Neben der Schwentine, die den Großteil des Einzugsgebietes (50 % Anteil) entwässert, weist die Tensfelder Au, die ins Südbecken des Sees entwässert, ein weiteres großes Einzugsgebiet auf (18 %) (LANU 2001). Aufgrund des großen Seevolumens dieses tiefsten und in der Fläche größten Binnensees in Schleswig-Holstein ist das Einzugsgebiet in Relation zum Seevolumen klein (Volumenquotient $VQ = \text{Einzugsgebiet} / \text{Seevolumen} = 1,0 \text{ [km}^2 \text{ 10}^6 \text{ m}^{-3}]$).

Der Gr. Plöner See wird im Südteil an der tiefsten Stelle seit 1998 in der Vegetationsperiode meist 8 - 9 mal limnochemisch und planktologisch (Phyto- und Zooplankton) untersucht, so auch 2019. Bis im Mittel annähernd 6 m Tiefe war der Große Plöner See im Jahr 2016, dem letzten Untersuchungsjahr der Makrophyten, zu etwa 57% mit Unterwasserpflanzen bedeckt, wobei die Armleuchteralgen (Characeen), die den Bodengrund besonders gut abdecken, immerhin ca. ein Viertel der Fläche abdecken (STUHR et al. 2017).

5.7.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen März und November 2019 wurden 9 tiefenintegrierte Mischproben an der tiefsten Stelle des Südteils entnommen, meist aus 0-10 m Tiefe (Juli 0-9 m).

Der windexponierte Große Plöner See ist erwartungsgemäß deutlich von Bacillariophyceen dominiert, im Jahr 2019 bis zum Juli. Ab Juli bis zum Saisonende waren 2019 nahezu ausschließlich Flagellaten dominant, Cryptophyceen (Schlundalgen) und Dinophyceen (Hornalgen). Im Mittel aller Termine waren die Gesamtgehalte gering (Saisonmittel: $5,4 \mu\text{g l}^{-1}$ Chl. a und $0,75 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ Biovolumen) (Abb. 37). Insgesamt wurden 64 verschiedene Taxa identifiziert.

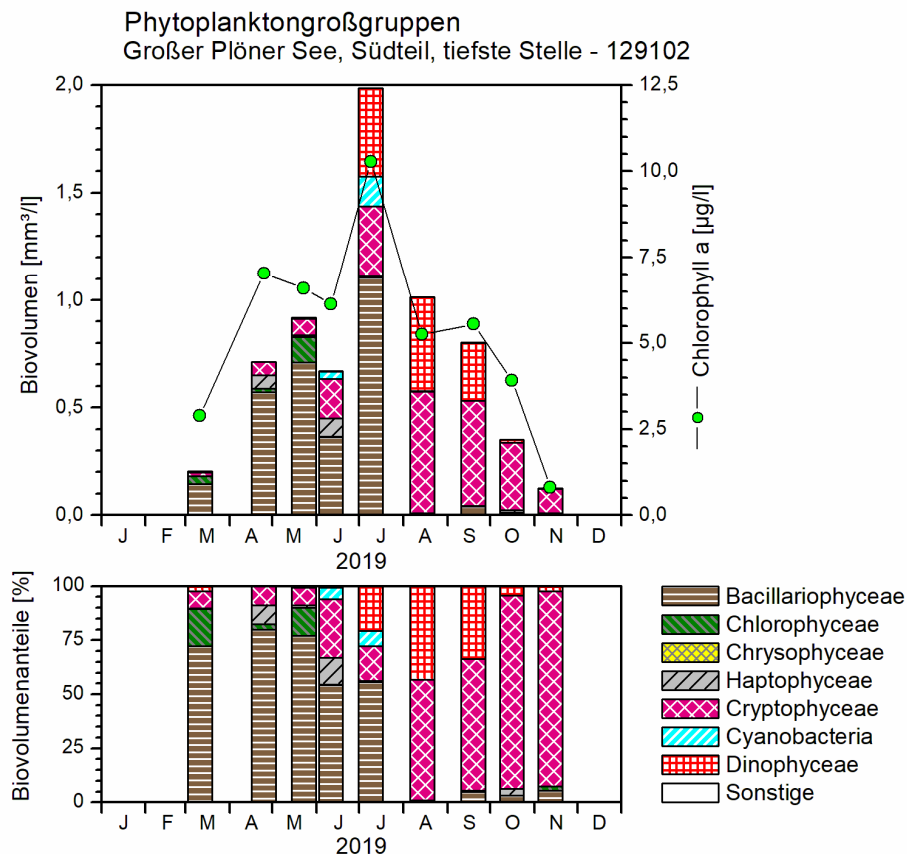


Abb. 37: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Gr. Plöner Sees, Südteil, im Jahr 2019. Oben: Absolute Biovolumina und Chlorophyll a. Unten: Prozentuale Anteile Biovolumen.

Bis in den Mai 2019 hinein (in diesem Monat gab es einen Kälteeinbruch und war es insgesamt relativ kalt) war das Südbecken nahezu ohne Schichtung. Die Kieselalgen waren zwar dominant, jedoch ohne ausgeprägte Blüte. Es dominierte von März bis Mai deutlich die centrische Gattung *Stephanodiscus* mit den Hauptarten *St. binderanus* (jeweils 21-33 % Anteil an der Gesamtbioasse), *St. neoastrea* (jeweils 3-18 %), *St. hantzschii* (jeweils 7-10 %) und *St. minutulus* (1-21% Anteil). Alle 4 Arten zusammen ergaben je Monat einen Anteil von 45 bis 67 % an der Gesamtbioasse.

Ab Juni bei deutlicher Schichtung waren die Cryptophyceen stets mit der Artengruppe *Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus* und der kleinzelligen Art *Rhodomonas lacustris* in erhöhter Zahl vertreten. Die zweite wichtige Gruppe, Dinophyceen, war weniger durch *Ceratium hirundinella*, sondern mehr durch die kleinere und kompaktere Art *Peridiniopsis*

polonicum vertreten, die im August und September etwa ein Drittel der Gesamtbio­masse ausmachte.

Profundal­diatomeen

Die gesondert entnommenen Profundalproben vom 16.10.2019 ergaben keine ausgeprägte Dominanz einer oder weniger Arten. Starke Vertreter waren *Aulacoseira islandica* (18 % Anteil an der Gesamtschalenzahl), *Diatoma tenuis* (16 %), *Stephanodiscus minutulus* stark (14 % und *Asterionella formosa* (10 % Anteil). Im Jahr 2018 waren ähnliche Arten dominant, aber in teils deutlich anderen Dominanzen.

Weiteres zur Auswertung der Profundal­diatomeen mittels DI-PROF findet sich in Kap. 5.2.1

Plausibilität der PhytoSee-Bewertung

Im Rahmen der EU-WRRL wurde der Gr. Plöner See, Südteil, mittels der Qualitätskomponente Phytoplankton als „gut“ eingestuft. Diese Einstufung ist vor dem Hintergrund einer strengen Bewertung dieses Seetyps 13 plausibel. Die Phytoplanktongehalte sind gering, jedoch finden sich kaum oligotrophente Arten, erkennbar an der „mäßigen“ Einstufung des Sees anhand des PTSI (Maß für die Trophieeinstufung anhand von Indikatorarten) (weiteres zum PhytoSee-Index siehe Kap. 5.2.2).

5.7.2 Ergebnisse Zooplankton

Im **Großen Plöner See** (Südteil) wurden im aktuellen Jahr 2019 von März bis November 9 Zooplanktonproben entnommen; der See wurde bis 30 m beprobt.

Der Gr. Plöner See gehört mit insgesamt 48 nachgewiesenen Metazooplankton Taxa (29 Rotatorien, 10 Cladoceren und 9 Copepoden) zu den artenreichen Seen. Larven der Dreikantmuschel konnten an jedem Probenahme-Datum nachgewiesen werden und erreichten – bezogen auf die gesamte Netzzuglänge – bis zu 12 Ind./L. Auffällig ist auch in diesem Jahr die relativ starke Präsenz von großen, vagilen Ciliaten im Frühjahr, die im April bis zu 103 Ind./L erreichen.

Die **Rotatorien** werden von März/April bis einschließlich Juli durch Synchaeten, überwiegend kleine Synchaeten aus der *Synchaeta lakowitziana*, *oblonga* Gruppe dominiert. Noch aspektbestimmend im Mai/Juni sind Flossenrädertiere (*Polyarthra* spp.). Im Sommer und Herbst kommt das Facettenrädertier *Keratella cochlearis* stark auf, wobei von September bis November Synchaeten wieder häufig werden. Nahrungsspezialisten (*Ascomorpha* spp., *Gastropus stylifer*, *Trichocerca* spp.) sind präsent, aber nicht häufig.

Cladoceren treten im aktuellen Untersuchungsjahr in nennenswerten Abundanzen praktisch erst ab Mai/Juni in Erscheinung. Zuvor, im März/April, sind die Abundanzen < 4 Ind./L. Aspektbestimmende Taxa sind im Mai/Juni Rüsselkrebse (vorwiegend *Bosmina longirostris*). Daphnien (*Daphnia cucullata*) werden ab Juli wichtig und bleiben bis Ende des Untersuchungszeitraumes aspektbestimmend. An Zeigern höherer Trophie ist der Linsenkrebs *Chydorus sphaericus* präsent, aber zahlenmäßig unbedeutend.

Bei den **Copepoden** ist im Gr. Plöner See das syntope und sympatrische Auftreten von *Eudiaptomus gracilis* und *E. graciloides* wiederum erwähnenswert, wobei calanoide Ruderfußkrebse sehr spärlich auftreten und in ihrer Abundanz (Adulte + Copepodide) unter 1 Ind./L bleiben. Im Frühjahr sind cyclopoide Ruderfußkrebse (*Cyclops spp.*) dominant. Im Sommer bis hin zum Ende des Untersuchungszeitraumes bestimmen insbesondere *Thermocyclops oithonoides* und weniger häufig *Mesocyclops leuckarti* das Bild.

Die Abundanz aller taxonomischen Großgruppen sind ganzjährig im absolut niedrigen Bereich. Der Mittelwert – bezogen auf 30 m Netzzuglänge - liegt bei Rädertieren um 60 Ind. L⁻¹, bei den Planktonkrebsen (Cladoceren + Copepoden) um 5 Ind./L.

Hinsichtlich der **Biomasse** des Zooplanktons liegt der Gr. Plöner See (Median 11,7, Mittelwert 29,5 µg TM/L) „weit unten“ im niedrigen Bereich, wobei allerdings wie bei allen Seen, die bis 30 m oder annähernd 30 m beprobt wurden, das Netzzugvolumen zu beachten ist (siehe auch Text „Überblick“). Vergleichsweise starke Massenbildner sind im März - bei sehr niedrigen Biomassen - die cyclopoiden Copepoden. In den Sommermonaten treten Wasserflöhe anteilig stärker hervor. Am auffälligsten im aktuellen Jahr sind die starken Anteile an der Biomasse der Rädertiere (ca. 60 %) in den Monaten Mai bis Juli sowie der Protozoen (vagilen Ciliaten) im April (Abb. 38). Anteilig relativ stark vertreten sind auch „Sonstige“ (= Larven der Dreikantmuscheln *Dreissena*).

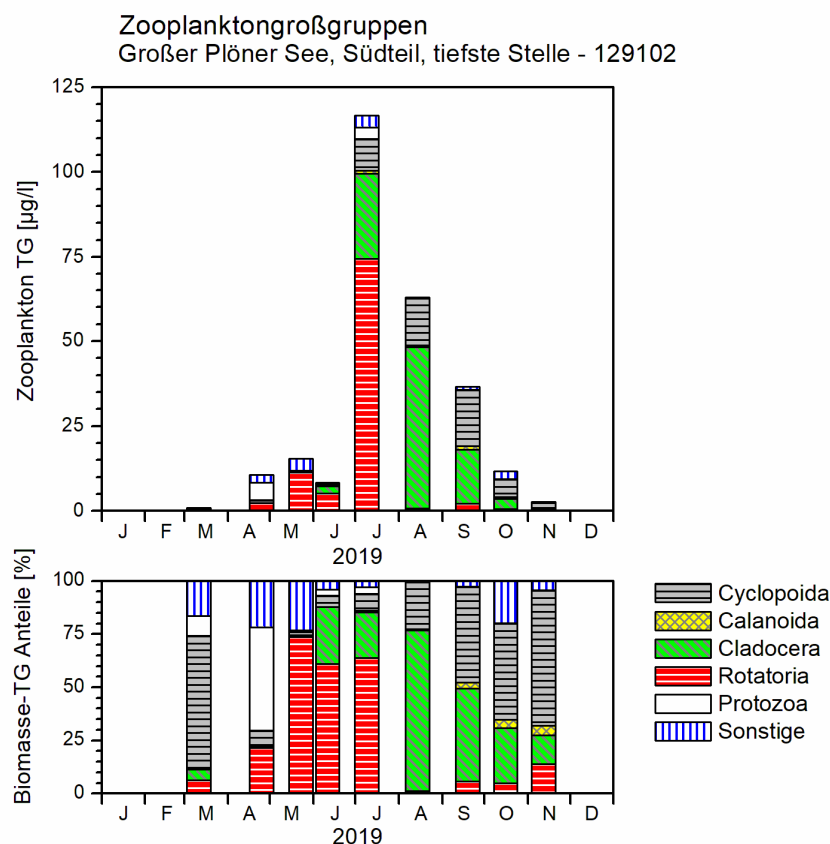


Abb. 38: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons für den Gr. Plöner See im Jahr 2019. Basis ist die Biomasse der gesamten Wassersäule an der tiefsten Stelle. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

Nahrungsnetz nach PhytoLoss

Der Cladoceren-Größenindex (GIC) ist im Großen Plöner See (Süd) im niedrigen Bereich. Im Mittel ergeben sich 2,69 µg TM/Ind. (Median = 3,02 µg TM/Ind.). Im Hochsommer (August) steigt der GIC (allerdings nur einmalig) auf 5,9 µg TM/Ind. an, was ca. der Masse einer 1 mm langen Daphnie entspricht. In den übrigen Monaten bleibt der GIC deutlich <5 µg TM/Ind. Das PhytoLoss-Verfahren gibt für den **FPI** (entspricht der Umkehrung des GIC) die Effektklasse 4 aus (Abb. 39), was auf mindestens moderate Fraßeffekte durch Fische hindeutet.

Der Fraßdruck seitens des Zooplanktons auf das fressbare Phytoplankton liegt im mittleren bis niedrigen Bereich (**MGI**, **CGI**: Effektklassen 4 bzw. 3), der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplankton-Masse ist moderat bis etwas erniedrigt (**Z/P**: Effektklasse 3). Die Futterqualität für das gesamte Zooplankton liegt mit **FQI** Effektklasse 2,1 (Anteil der fressbaren Algen = 30 %) ebenfalls im mittleren, für Cladoceren (**FQIC** Effektklasse 2,8, Anteil fressbarer Algen 40 %) im mittleren bis erhöhten Bereich (Abb. 39).

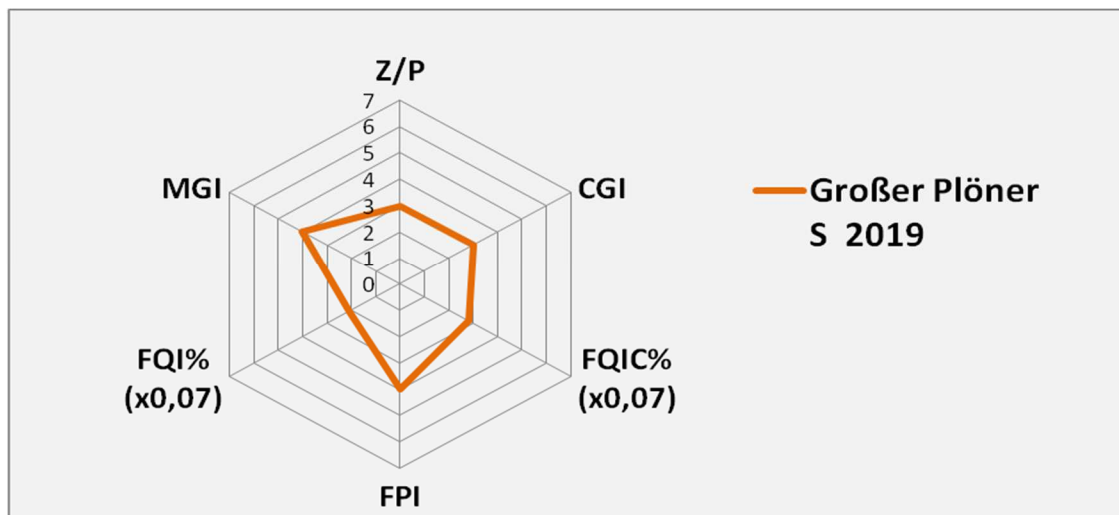


Abb. 39: Wichtigste Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Großen Plöner See (Messstelle Süd) im Jahr 2019. Sommersituation (Ende Juni bis Anfang Oktober).

5.7.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Gr. Plöner See, Südteil

5.7.3.1 Phytoplankton

Der großflächige Gr. Plöner See war noch in den 1970er Jahren deutlich eutrophiert, mit ausgeprägter *Microcystis*-Blüte. OHLE stufte den See in den 60er und 70er Jahren als stark eutroph ein. Danach begann sukzessive der Rückgang der in den See gelangten Nährstofffrachten (LANU 2001).

Der Große Plöner See ist trophisch inzwischen als mesotroph 2 eingestuft. Cyanobakterien sind zumindest in den letzten 2 Jahrzehnten mit einer Ausnahme im Sommer 2002 kaum noch vertreten. Das Phytoplankton wird im Frühjahr deutlich durch Kieselalgen und im Sommer durch Flagellaten aus der Gruppe der Dinophyceen und Cryptophyceen geprägt. Unterschiede zwischen den Jahren finden sich v.a. in der Biomasseausprägung und Zusammensetzung der

Arten. In den letzten etwa 5 – 6 Jahren zeigen sich Veränderungen trophisch vor allem in der Sichttiefe (Erhöhung) und Algenbiomasse (Abnahme), wobei in erster Linie die in den Jahren davor oft ausgeprägten frühjährlichen Kieselalgenpeaks wegfallen (siehe unten Altdatenvergleich).

Der See weist eine niedrige Umsetzung von Phosphor in Chl.a auf (siehe auch Kap. 5.1.1, Abb. 1).

Altdatenvergleich Trophie und Phytoplankton

Zahlreiche Altdaten im Südteil des Gr. Plöner Sees mit mindestens 7-8 Proben/Jahr zum Phytoplankton liegen alljährlich aus den letzten 22 Jahren seit 1998 vor. Seit 2004 wurden die Proben vom gleichen Bearbeiter analysiert, ausgenommen 2007 (ARP 2005b, ARP & DENEKE 2006 und 2007, KASTEN & MICHELS 2008, ARP & MAIER 2009, ARP, KASTEN & MAIER 2010 und 2011, ARP & MAIER 2012 und ARP, MAIER & MICHELS 2013, 2014 und 2015, ARP & MAIER 2016, 2017, 2018 und 2019).

Bei den Indices (Trophie und Phytosee) zeigt sich langfristig folgendes (Abb. 40, Tab. 18):

- Der trophische Status hat sich seit dem Jahr 1998 um eine halbe Klasse verbessert (von eutroph 1 → mesotroph 2), wobei diese leichte Veränderung sowohl für Phosphor als auch die Algenbiomasse gilt (s.u.).
- Daten zur Einstufung des Sees anhand der Qualitätskomponente Phytoplankton mittels des Phytosee-Indexes (PSI) liegen aus dem gleichen Zeitraum ab 1998 vor; es wird jedoch hier nur der Zeitraum seit 2005 betrachtet, da seit dieser Zeit die Feldmethodik der Probenentnahme gleich ist (integrierte Probenahme des Phytoplanktons und Chl.a aus 0 – x m, oft aus 0 - 10 m; vorher Entnahme aus 1 m Tiefe). Zudem ist seit 2005 der Planktonbearbeiter außer 2007 der gleiche. Die Daten zeigen: Seit 2005 wird der See i.d.R. „mäßig“, in drei der letzten 4 Jahre „gut“ eingestuft. Besonders die frühjährlichen Kieselalgenpeaks, die in der Höhe in den letzten Jahren deutlich abgenommen haben, wirken sich beim Phytosee-Index (PSI) in abnehmenden Werten aus.

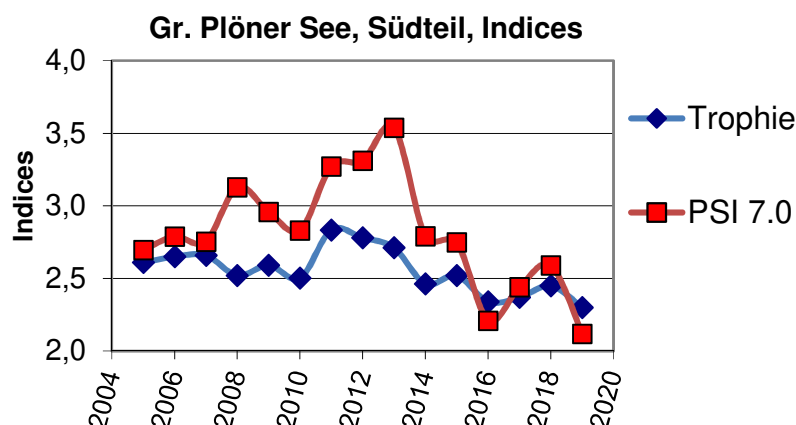


Abb. 40: Trophie-Index (nach LAWA 2014)) und PhytoSee-Index (PSI) im Vergleich 2005 bis 2019 für den Gr. Plöner See, Südteil.

Bei langzeitlicher Betrachtung von Phosphor und Algengehalt ist in Tab. 17 ein Vergleich der ersten mit der zweiten Phase der letzten 15 Jahre ab 2005 aufgelistet. Die Daten zeigen folgendes: Eine langfristig leichte Abnahme der Gehalte ist erkennbar, wenn man die ersten **7 Jahre (2005 – 2011)** mit den letzten **8 Jahren (2012 – 2019)** vergleicht (arithmetisches Mittel), sowohl bei TP in 1 m und 56/57 m Tiefe (14 – 20 % Abnahme) als auch beim Chl.a (20 % Abnahme). Beim Biovolumen war die Abnahme geringer (10 %)

Tab. 17: Vergleich wichtiger Parameter (arithmetisches Jahresmittel) der Zeiträume 2005-2011 und 2012-2019 für den Gr. Plöner See.

Zeit-räume	TP 1m (mg/l)	TP 56/57 m (mg/l)	Chl.a (µg/l)	Biovolumen (mm ³ /l)
2005-2011	0,051	0,191	10,2	1,6
2012-2019	0,044	0,152	8,2	1,5

Tab. 18: Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2019 im Vergleich zu den letzten neun Jahren für den **Gr. Plöner See, Südteil**.-

Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor.

Gr. Plöner See (Saisonmittelwerte)	TP (1 m) (mg/l)	Sicht-tiefe (m)	Chl a (Z _{integr.}) (µg/l)	PP BV (Z _{integr.}) (mm ³ /l)	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
2010	0,051	3,5	9,7	1,1	2,5 (m2)	2,83
2011	0,051	2,9	13,6	2,5	2,8 (e1)	3,27
2012	0,050	2,7	12,7	2,2	2,8 (e1)	3,31
2013	0,038	2,4	13,7	2,9	2,7 (e1)	3,54
2014	0,037	3,1	6,5	1,6	2,5 (m2)	2,79
2015	0,045	3,9	8,9	1,4	2,5 (e1)	2,75
2016	0,045	4,3	5,9	0,9	2,3 (m2)	2,21
2017	0,042	4,6	5,5	0,8	2,4 (m2)	2,44
2018	0,046	4,3	7,3	1,2	2,5 (m2)	2,59
2019	0,047	4,8	5,4	0,8	2,3 (m2)	2,12

Beim langzeitlichen Vergleich mit Hilfe von Medianen und Perzentilen zeigt sich für Gesamtphosphor und das Phytoplankton folgendes (Abb. 41):

- Beim **Gesamtphosphor (1m)** gibt es insgesamt einen sehr leichten Abwärtstrend der Mediane seit 2005. Die Unterschiede zwischen den Jahren sind jedoch nicht signifikant. Gleichzeitig ist die jahreszeitliche Schwankungsbreite (25- und 75%-Perzentile) wegen der hohen Phosphorgehalte während der frühjährlichen und spätherbstlichen Vollzirkulation groß, wobei die Schwankung in den letzten Jahren weniger ausgeprägt ist. Bei

Miteinbeziehung der Daten ab 1998 ist die Abnahme der TP-Gehalte aus 1 m Tiefe von 1998 bis 2019 deutlicher (alle Daten vom LLUR).

- Beim **Chl.a und Biovolumen** zeigt sich im Vergleich der Jahre 2005 bis 2019 zunächst bis 2012 ein leichter Aufwärts- und danach ein Abwärtstrend. Deutlich sichtbar ist die Abnahme der Ausreißer in den letzten 4 Jahren, bedingt dadurch, dass eine ausgeprägte frühjährliche Kieselalgenblüte seit 4 Jahren ausbleibt. Insgesamt sind die Unterschiede zwischen den Jahren auch hier wie beim Phosphor nicht signifikant. Dagegen ist bei der **Sichttiefe** seit 2015 ein deutlicher Trend hin zu höheren Sichttiefen, der auch signifikant ist (hier nicht dargestellt).

Taxavergleich:

- Im genannten langzeitlichen Untersuchungszeitraum ist der großflächige, windexponierte See im Frühjahr und Herbst vor allem von großvolumigen Bacillariophyceen und im Sommer von Cryptophyceen und großvolumigen Dinophyceen geprägt, vor allem *Ceratium hirundinella* und *Peridiniopsis polonicum*.
- Durch den leichten Abwärtstrend beim wichtigsten Algennährstoff Phosphor in 1 m Tiefe seit 2005 liegen die Phosphorgehalte während der sommerlichen Schichtungsphase im Epilimnion inzwischen in einem Schwellenbereich, in dem Änderungen in der Algensukzession möglich sind. In den letzten 8 Jahren lagen die TP-Werte in 1 m Tiefe während der Sommerschichtung sechsmal unterhalb 0,035 mg/l TP (Mittel jeweils von Mai – Okt). Gleichzeitig liegt der gelöste reaktive Phosphor oft unter der Nachweisgrenze (< 0,005 mg/l). Bei den Dinophyceen ist in den letzten 15 Jahren für *Ceratium hirundinella* kein Trend erkennbar. Bei *Peridiniopsis polonicum*, der zweiten wichtigen Horalge im Gr. Plöner See, ist in den letzten 4 Jahren ein leichter Biomassezuwachs zu beobachten. Es treten bislang keine neuen Arten mit nährstoffärmeren Ansprüchen auf, z.B. *Cyclotella*- oder Chrysophyceen-Arten zeigen keine erkennbare Biomassezunahme.
- Eine Besonderheit ist im Frühjahr und Herbst das alljährlich oft dominante Auftreten der relativ selten auftretenden großvolumigen Kieselalge *Aulacoseira islandica*. In den letzten 3 Jahren war dieses Auftreten nur sehr spärlich (2017 und 2018) oder gar nicht (2019). Eine weitere wichtige Gattung der Kieselalgen im Gr. Plöner See ist *Stephanodiscus*, in vielen Jahren vor allem die großvolumige Art *Stephanodiscus neoastraea* (2019 weniger).

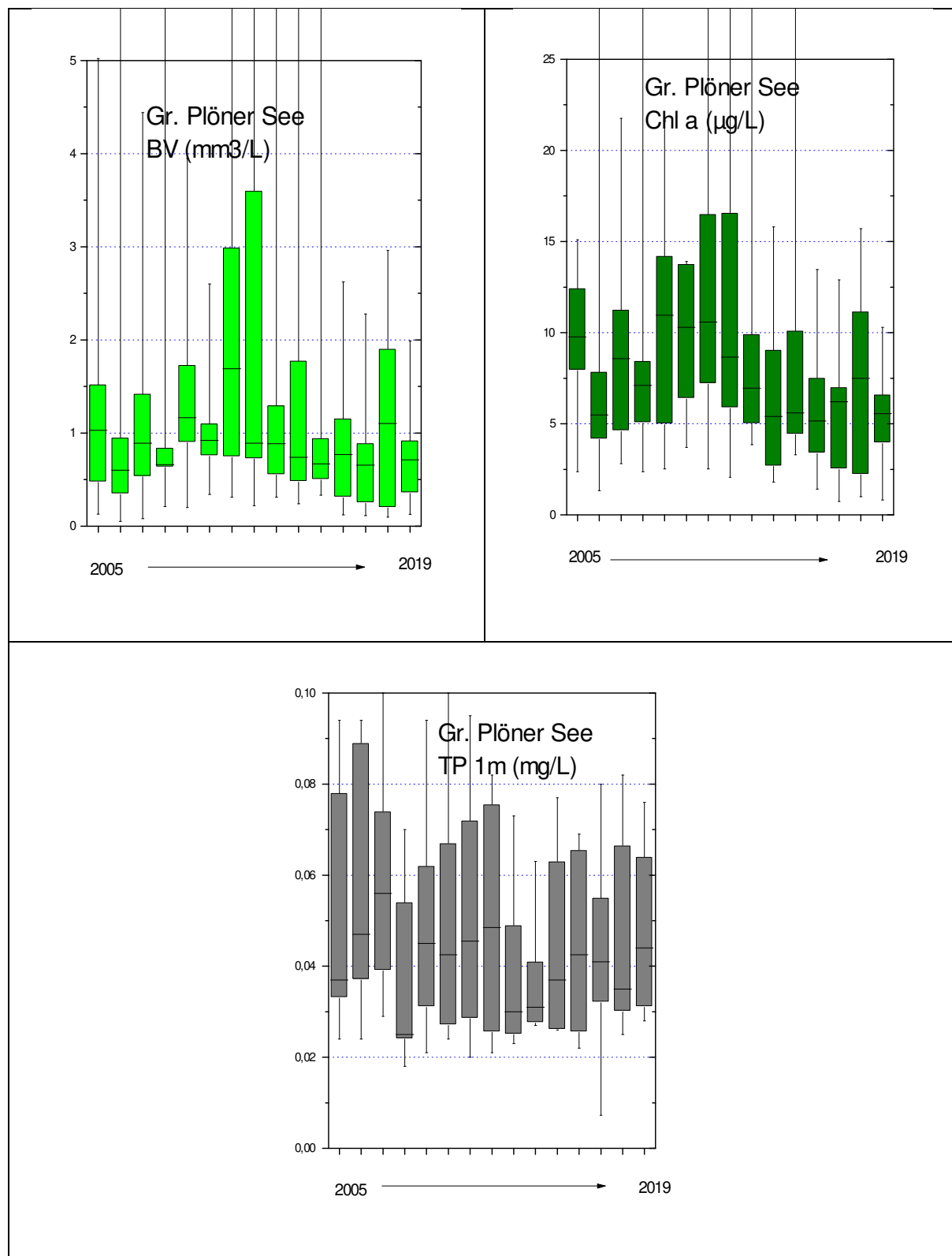


Abb. 41: Summenparameter im Langzeitvergleich für den Gr. Plöner See, Südtteil, 2005 – 2019. **Unten:** Jahresmittel für Gesamtphosphor (TP) in 1m Tiefe. **Oben:** Algenbiomasse aus der euphotischen bzw. durchmischten Zone, links: Phytopl.-Biovolumen, rechts: Chl.a.-Boxplot mit Median (Querstrich), 25- und 75%-Perzentile (Kasten) und Ausreißer (Längsstrich).

5.7.3.2 Zooplankton

Auffällig im aktuellen Jahr 2019 ist im Großen Plöner See das relativ niedrige Grazing Potential der Cladoceren und damit der Fraßdruck seitens des Zooplanktons auf das fressbare Phytoplankton, was sich bei niedrigen Phytoplankton-Biomassen positiv etwa auf die gut fressbaren Cryptophyceen auswirkt, deren Anteil von August bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes von 56 bis zu 90 % ansteigt. Die Futterqualität für Cladoceren liegt im Sommer folglich bei immerhin 40 % an fressbaren Algen, trotz der starken Präsenz der aufgrund ihrer Panzerung schlecht fressbaren Dinophyceen. Auffällig im aktuellen Jahr sind die sehr niedrigen Biomassen des Zooplanktons, insbesondere der Filtrierer im zeitigen Frühjahr und Herbst, was nicht wie in früheren Jahren auf die sehr großvolumigen und damit schlecht fressbaren Kieselalgen (*Aulacoseira* – siehe Phytoplankton) zurückzuführen ist (vgl. Phytoplankton). Hinzuweisen ist auf das Auftreten der Quaggamuschel (*Dreissena bugensis*), die seit dem Jahr 2017 im See aufgefallen ist² und die durch ihre Filteraktivität in Konkurrenz zum Zooplankton steht. Eine Begehung im Jahr 2018 im Bereich des Ascheberger Beckens zeigt Massenanschwemmungen von Schalen der Gattung *Dreissena* (Abb. 42).

Quaggamuscheln sind bekannt dafür, dass sie mehr als die bekannte Zebra- und Muschel, *Dreissena polymorpha*, Zooplanktonzönosen beeinflussen.



Abb. 42: Schalenansammlungen von Dreikantmuscheln (*Dreissena* spp.) im Bereich des Ascheberger Beckens im Frühsommer 2018 (Foto MAIER).

Altdaten Südteil

Der Große Plöner See **Südteil** wird zusammen mit dem Dobersdorfer See hinsichtlich des Zooplanktons alljährlich untersucht. Untersuchungen liegen aus den Jahren 1998 bis 2019 vor (SPETH 1999, 2003; SPIEKER ET AL. 2004b; ARP 2005a und b; ARP & DENEKE 2006, 2007; KASTEN & MICHELS 2008; ARP & MAIER 2009; ARP, KASTEN & MAIER 2010, 2011; ARP & MAIER 2012; ARP, MAIER & MICHELS 2013, 2014, 2015; ARP & MAIER 2016-19).

Die Biomasse des Zooplanktons hat im Großen Plöner See Südteil (deutlicher als im Dobersdorfer See) über die Jahre abgenommen (Abb. 43). Niedrige Biomassen wurden für die

² NABU Schleswig-Holstein

Top Chart: Zooplankton Density (µg TM/L)

This stacked bar chart displays the density of four zooplankton groups from 2008 to 2019. The y-axis ranges from 0.0 to 500.0 µg TM/L. The x-axis shows months (F, A, J, A, O) for each year. The legend indicates: Cyclopoida (grey), Calanoida (yellow), Cladocera (green), and Rotatoria (red). Notable peaks occur in early 2008 and early 2009, with Cyclopoida being the dominant group in most samples.

Bottom Chart: TM Concentration (µg/L)

This box plot shows the distribution of total microphytobenthos (TM) concentration from 2005 to 2019. The y-axis ranges from 0 to 400 µg/L. The x-axis represents the years. Horizontal dashed lines are drawn at 100, 200, and 300 µg/L. The plot shows a clear downward trend in TM concentration over the 15-year period, with most values falling below 100 µg/L by 2019.

Abb. 43: Entwicklung der Biomasse (Trockenmasse) des Zooplanktons im Großen Plöner See, Südteil (**oben:** Jahre 2008 bis 2019, **unten:** Jahre 2005 bis 2019). Oben = einzelne Monate; unten = Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über den jeweils im Jahr gesamten Untersuchungszeitraum.

Beim GIC (jeweils gesamte Saison) sind Trends weniger deutlich zu sehen. Abwärtstrends im GIC und damit eine Entwicklung hin zu kleinen Cladoceren ergeben sich aber für die letzten 11 Untersuchungsjahre (Abb. 44, links).

Ähnlich wie bei der Biomasse zeigt sich auch bei Z/P (gesamte Saison) ein Abwärtstrend, wenn man einerseits die Jahre 2005 bis 2010 und dagegen 2011 bis zum aktuellen Jahr 2019 betrachtet (Abb. 44, rechts). Auffällig ist auch die Abnahme der Umsatzschwankungen.

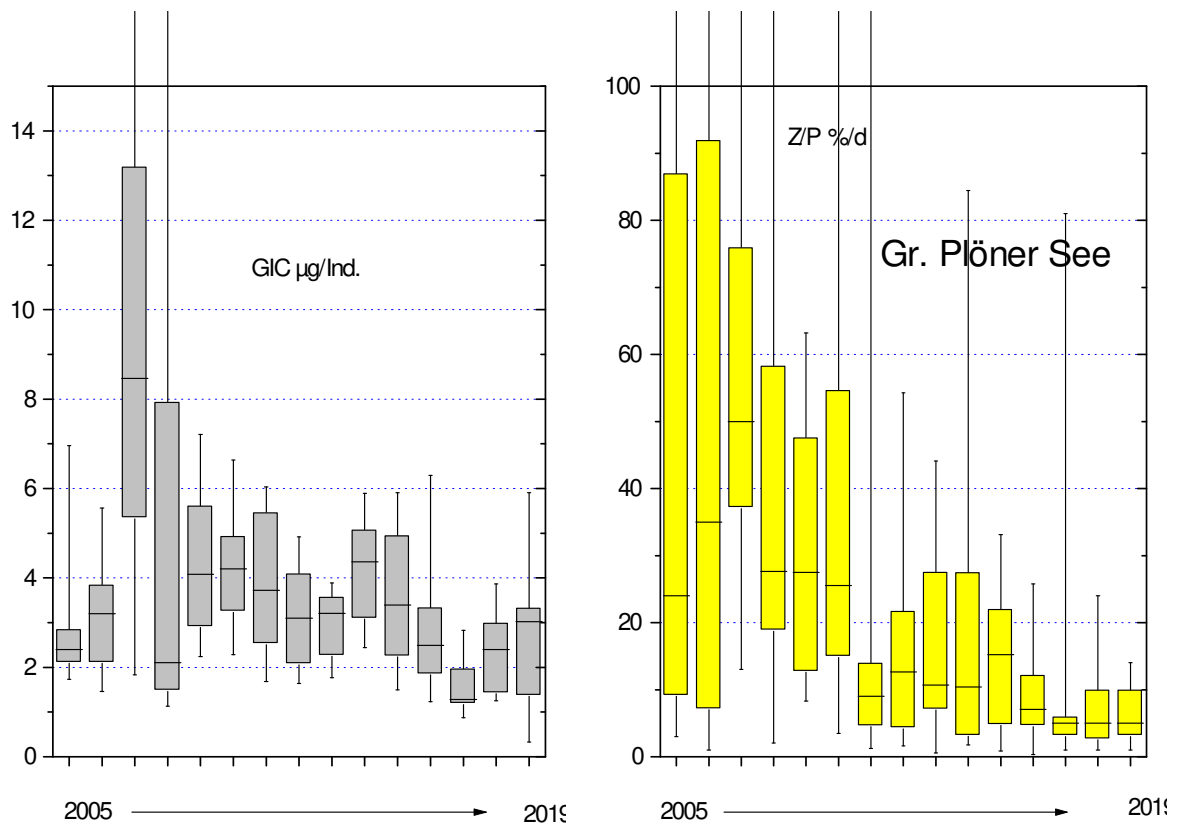


Abb. 44: Entwicklung des GIC (**links**) sowie des Z/P (**rechts**) über die Untersuchungsjahre **2005 – 2019** im Großer Plöner See, Südteil. Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über jeweils den gesamten Untersuchungszeitraum jeweils im Jahr.

Langzeitentwicklung der PhytoLoss-Indices im Südteil

Die über das Modul PhytoLoss ausgegebenen Werte (nur Sommersituation) zeigen starke Schwankungen (Tab. 19).

Mindestens mittlere bis sehr hohe Werte lassen sich übereinstimmend für alle Jahre für den Fraßdruck der Fische auf das Zooplankton erkennen (FPI). Ein hoher Fisch-Prädationsdruck wirkt sich natürlich im Nahrungsnetz aus und bedingt durch Dezimierung der großen effektiven Filtrierer einen relativ schwachen Fraßdruck auf das Phytoplankton durch kleine, wenig effektiv filtrierende Cladoceren. Dieser überwiegend schwache Fraßdruck auf das Phytoplankton

(Ausnahme: Jahr 2013 und 2018) zeigt sich in einigen Jahren positiv in einer Futterqualität, die im Vergleich zum Dobersdorfer See höher ist.

Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse, der in den Jahren 2006 bis 2008 noch mittel bis hoch war, erreicht in den Folgejahren nur noch allenfalls die Effektklasse 4 (mittel) und ist in den Jahren 2011, 2014, 2016 und 2017 auffallend niedrig. Insgesamt überwiegen ab 2016 beim Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse niedrige Indices.

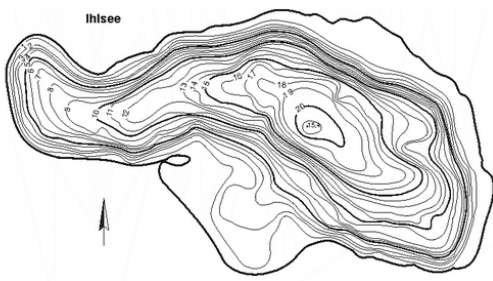
Tab. 19: Überblick über die mittels des Moduls PhytoLoss errechneten Indices für den Großen Plöner See (Südteil) 2006 bis 2019. Ausgeprägte, niedrige bzw. hohe Effektklassen sind rot bzw. blau markiert. Das Jahr 2010 ist aufgrund des geringen Probenumfanges nicht mit den anderen Jahren vergleichbar, weshalb bisher keine Berechnung über PhytoLoss erfolgte. Die Indices beziehen sich im jeweiligen Jahr auf die **Sommersituation** (Ende Juni bis Anfang Oktober).

Jahr	Z/P	CGI	MGI	FQIC	FQI	FPI
2006	5	4	4	3,5	2,8	5
2007	4	3	3	3,5	2,8	4
2008	5	3	5	2,1	2,1	6
2009	3	3	3	2,1	2,1	4
2010						
2011	2	3	3	1,4	2,1	4
2012	4	3	4	2,1	2,1	4
2013	4	6	5	2,1	2,1	4
2014	2	2	3	2,1	2,1	5
2015	4	3	3	3,5	2,8	4
2016	2	3	2	1,4	2,1	5
2017	1	3	2	2,1	2,1	5
2018	3	5	5	2,1	2,1	5
2019	3	3	4	2,8	2,1	4
Median	3,0	3,0	3,0	2,1	2,1	4,0
Mittelwert	3,2	3,4	3,5	2,4	2,3	4,5

Bei den Langzeitmonitoringseen Dobersdorfer und Gr. Plöner See ergeben sich signifikant positive Zusammenhänge in der Zooplankton-Biomassen-Entwicklung (Spearman Rang Korrelation: $r = 0,375$, $P < 0,001$, $n = 123$), was auf ähnliche Witterungseinflüsse schließen läßt.

Erwähnenswert ist noch, dass beim Gr. Plöner See die Korrelation zwischen der Phytoplankton- und Zooplankton-Entwicklung positiv (Spearman Rang Korrelation: $r = 0,217$, $P < 0,008$, $n = 123$), beim Dobersdorfer See negativ ist (Spearman Rang Korrelation: $r = -0,210$, $P < 0,01$, $n = 125$), was im ersten Fall für etwaige/zeitweise Abhängigkeit, im zweiten Fall für eher unabhängige evtl. sogar negative Beziehungen spricht.

5.8 Ihlsee

Stammdaten (oben), limnochemische und –biologische Mittelwerte + Indices 2019 (unten)					
Seetyp (Plkt.)	VQ [km ² 10 ⁶ m ⁻³]	See-Fläche [km ²]	Tiefe–mittel [m]	Tiefe–max [m]	th. Verweilzeit [a]
88.3 (13)	0,3	0,29	7,4	21,5	9,7
TP _{1m} [mg/l]	Sichttiefe [m]	Chl a Z _{integr.} [µg/l]	BV Z _{integr.} [mm ³ /l]	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
0,011	5,6	4,4	0,33	1,5 (o)	(1,14)
Tiefenkarte und oberirdisches Einzugsgebiet					
					

Der am nördlichen Rand von Bad Segeberg liegende Ihlsee ist in Relation zu seiner kleinen Fläche tief (max. 21,5 m) und zudem kalkarm (Sondertyp 88.3). Die Werte für Calcium liegen bei 14 mg/l (Einzelwert März 2019) und somit in etwa im gleichen Bereich wie im Bültsee. Der See ist durch eiszeitliche Sande während der Weichseleiszeit entstanden. Durch starke Auswaschung der Sande waren diese nährstoffarm. Dieser Umstand und das sehr kleine Einzugsgebiet sind Ursache für die geringen Nährstoffeinträge in den stabil geschichteten See. Der See ist seit 1950 Naturschutzgebiet (LANU 1996) und zudem FFH-Gebiet (STUHR et al. 2020).

Der ursprünglich oligotrophe See mit theoretisch sehr hoher Verweilzeit (ca. 10 Jahre) weist eine reichhaltige und wertvolle Unterwasservegetation bis in 7,7 m Tiefe auf (mittlere Vegetationstiefengrenze), mit einem mittleren Deckungsgrad von 66 % (Characeen etwa 10 % Deckung). Der Tiefenbereich 0 bis 7,7 m deckt bereits über 50 % der Seefläche ab. Die mittlere Artenzahl ist mit 8,3 gegenüber früheren Jahren etwas rückläufig. Noch rückläufiger ist das Vorkommen von gefährdeten Arten wie *Littorella uniflora*, *Lobelia dortmanna* und *Isoetes lacustris*. Der See hat jedoch wegen der Artenvielfalt und der besonderen Arten floristisch immer noch eine bundesweite Bedeutung (STUHR et al. 2020).

5.8.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen Anfang März und November 2019 wurden 8 tiefenintegrierte Mischproben, meist aus 0-10 m (März: 0-7 m), entnommen. Der Ihlsee weist bei insgesamt sehr geringen Nährstoffgehalten geringe Chlorophyll a- Gehalte und Biovolumina auf, wobei die Planktongehalte nie über $10 \mu\text{g l}^{-1}$ Chl a und $1 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ Biovolumen steigen (Saisonmittel: $4,4 \mu\text{g l}^{-1}$ Chl. a und $0,33 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ Biovolumen). Es dominieren in erster Linie Flagellaten von 3 Algengruppen, Cryptophyceen (Schlundalgen), Dinophyceen (Hornalgen) und in einem Monat ausgeprägt Chrysophyceen (Goldalgen). Cyanobakterien treten im Sommer und Herbst mit zunehmenden Anteilen auf. Bacillariophyceen treten aufgrund der geringen Silikatmengen nur in geringen Anteilen auf (Abb. 45). Insgesamt wurden 69 verschiedene Taxa identifiziert.

Der März und April wird neben Cryptophyceen (*Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus* und die kleinzellige Art *Rhodomonas lacustris*) zum einen durch *Peridinium*-Arten, u.a. *P. willei*, geprägt. Zum anderen sind kleinzellige Chlorophyceen gehäuft vertreten (*Chlamydomonas* und *Didymocystis bicellularis*). Bacillariophyceen mit der Hauptart *Stephanodiscus alpinus* treten nur im März mit erhöhten Anteilen auf.

Nach Ende der frühjährlichen Durchmischung ist der Ihlsee bis Mitte Mai geschichtet. Das Phytoplankton verändert sich vollständig und wird nun fast ausschließlich von der Goldalge *Uroglena* dominiert, einem koloniebildenden Flagellaten (86 % Anteil an der Gesamtbiomasse).

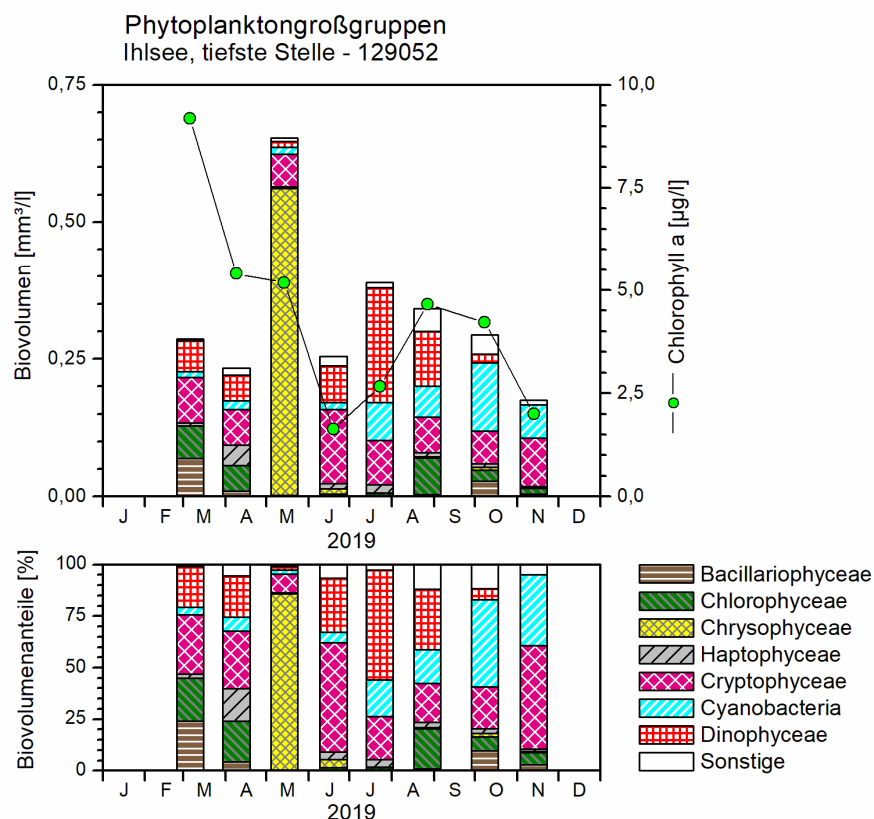


Abb. 45: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Ihlsees im Jahr 2019. Oben: Absolute Biovolumina und Chlorophyll a. Unten: Prozentuale Anteile Biovolumen

Der Juni bis August wird neben den Cryptophyceen von der großvolumigen Art *Ceratium hirundinella* (Hornalgen) dominiert. Cyanobakterien werden in dieser Zeit zunehmend wichtig, im Juni und Juli vor allem durch *Anabaena*-Arten, im August zusätzlich durch 2 *Chroococcus*-Arten und *Radiocystis geminata*.

Im Oktober waren die Cyanobakterien in der Biomasse und im Anteil am stärksten und wurden neben den oben erwähnten Vertretern zusätzlich durch Picoplankter (*Aphanocapsa*, *Aphanothece*) geprägt.

Tiefenchlorophyllmaxima (DCM) treten in diesem geschichteten See in leichter Ausprägung von Juni bis Oktober auf. Bis zum August liegen sie im Tiefenbereich 5 – 9 m im unteren Metalimnion und wurden bei der Probenahme voll miterfasst. Im Oktober war das DCM in den Tiefenbereich 11-13 m im oberen Hypolimnion abgesackt und lag somit etwas unterhalb der Probenahmetiefen von 0-10 m.

Im Jahresverlauf traten weitere Taxa auf, die geringe Abundanzen aufwiesen, aber ebenso wie einige der genannten Arten auf eine geringe Trophie verweisen. Dazu zählen aus der Gruppe der Chlorophyceen *Willea vilhelmii* und *Quadrigula pfitzeri* und aus der Gruppe der Chrysophyceen *Bitrichia chodatii* und *Dinobryon*-Arten.

Profundaldiatomeen

Die gesondert entnommene Profundalprobe vom 08.10.2019 spiegelt die in der Biomasse wichtigen Taxa der pelagischen Kieselalgen in der Lugolprobe 2019 nicht wider. In der Schlammprobe dominierte vor allem die kleinzellige Art *Discostella pseudostelligera* (60 % Anteil an der Gesamtschalenzahl), desweiteren *Asterionella formosa* (23 %) und *Stephanodiscus alpinus* (10 % Anteil). Weiteres zur Auswertung der Profundaldiatomeen mittels DI-PROF findet sich in Kap. 5.2.1.

PhytoSee-Bewertung

Im Rahmen der EU-WRRL wurde der Ihlsee mittels der Qualitätskomponente Phytoplankton als „sehr gut“ eingestuft (siehe auch Kap. 5.2.2). Diese Einstufung ist aufgrund der geringen Seefläche (< 50 ha) und der etwas zu geringen Ca-Gehaltes (< 15 mg/l) eingeschränkt und nicht mit kalkreichen Seen > 50 ha zu vergleichen. Die geringen Algenbiomassen und die hohe Anzahl Arten mit geringen Trophieansprüchen zeigen jedoch in diese Richtung.

5.8.2 Ergebnisse Zooplankton

Im Ihlsee wurden von März bis November 8 Zooplanktonproben entnommen; der See wurde bis 21 m Tiefe beprobt.

Insgesamt wurden immerhin 40 Taxa des Metazooplanktons nachgewiesen (24 Rädertier-Arten, 10 Cladoceren- und 6 Copepoden-Arten. Büchelmücken-Larven sowie Larven der Dreikantmuscheln waren ebenfalls präsent. Der See gehört daher – ähnlich wie der Garrensee - zu den artenreichen bis „durchschnittlich artenreichen“ Seen. Größere, vagile Ciliaten waren im Frühjahr und Herbst mit bis zu 8 Ind./L (März) vertreten. Erwähnenswert sind - ähnlich wie

im Garrenseesee - Daphnien aus der *D. hyalina* bzw. *D. x obscura* „Gruppe“, die früher unter *D. hyalina typica* bzw. *D. hyalina pellucida* eingestuft wurden (z.B. FLÖSSNER 1972). Weiterhin nennenswert ist das Vorkommen von *Kellicottia bostoniensis*, einer Art aus Nordamerika, die wohl über Skandinavien bei uns eingewandert ist und sich mittlerweile in einigen Seen (u. a. in einigen Talsperren) etabliert hat.

Die **Rädertiere** werden praktisch den gesamten Untersuchungszeitraum von dem Facettenrädertier *Keratella cochlearis* dominiert. Weiter häufige Arten sind *Kellicottia* spp., wobei *K. longispina* in der ersten Hälfte des Untersuchungszeitraums, *K. bostoniensis* gegen Ende des Untersuchungszeitraum (Oktober, November) das Rädertierplankton bestimmt. Weiterhin häufig sind kleine Synchaeten (März) sowie Flossenrädertiere (*Polyarthra* spp.; Juli, August, Oktober). Nahrungsspezialisten (insbesondere *Ascomorpha ovalis*) kommen im Hochsommer (August) stärker auf.

Cladoceren sind im März/April schwach und überwiegend durch Rüsselkrebse (*Bosmina longirostris*) vertreten. Ab Mai kommen Daphnien aus der „*D. hyalina* Gruppe“ stark auf und bleiben bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes das aspektbestimmende Taxon, wobei das Cladocerenmaximum im Juni liegt. Im Hochsommer ist *Diaphanosoma brachyurum* noch anteilig häufig.

Das **Copepoden**-Plankton wird im Frühjahr durch *Eudiaptomus gracilis* bestimmt. Zusätzlich sind bereits im März aus der Diapause aufgestiegene C5 Copepodide von *Thermocyclops oithonoides* präsent. Das Sommer- und Herbst-Copepodenplankton wird von der kleinen Art *T. oithonoides* weiter bestimmt. *Cyclops* spp. ist im Frühjahr präsent, aber nicht bildbestimmend.

Die Abundanzen in den taxonomischen Großgruppen sind im Ihlsee noch etwas niedriger als im Garrensee. Die mittlere Abundanz der Rädertiere liegt bei nur 101 Ind./L, die der Cladoceren bei nur 6 und die der Ruderfußkrebse bei nur 7 Ind./L.

Die **Biomasse** des Metazooplanktons liegt im Ihlsee ebenfalls im unteren Bereich; der Median beträgt 66 der Mittelwert 74 µg TM/L. Die höchsten Biomassen werden im Juni zur Zeit des Cladocerenmaximums erreicht und betragen 163 µg TM/L. Starke Massenbildner sind im März/April die calanoiden und cyclopoiden Ruderfußkrebse, im Sommer die Cladoceren. Rädertiere erreichen nur im Frühjahr und wieder gegen Ende des Untersuchungszeitraumes um 10 % der Zooplanktonmasse (Abb. 46).

Nahrungsnetz nach Phytoloss

Der Cladoceren-Größenindex (**GIC**) liegt im Hochsommer (Juli / August) bei hohen 6,29 bzw. 8,68 µg TM/Ind. und damit im oberen Bereich. Der über das PhytoLoss Verfahren errechnete **FPI** (Umkehrung vom GIC) indiziert mit Effektklasse 3 schwache Fischfraß-Effekte (Abb. 47).

Der Grazing-Druck seitens des Zooplanktons auf das fressbare Phytoplankton ist stark ausgeprägt (**MGI** und **CGI** = Effektklasse 5), der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplankton-Masse ist gut (**Z/P** = Effektklasse 5). Im Ihlsee sind die Cladoceren relativ zu ihrer Biomasse stark am Grazing beteiligt. Die Futterqualität für das Zooplankton ist trotz des erhöhten

Fraßdruckes relativ hoch (**FQI** und **FQIC** = Effektklasse 2,8, Anteil des fressbaren Phytoplanktons = 40 %) (Abb. 47).

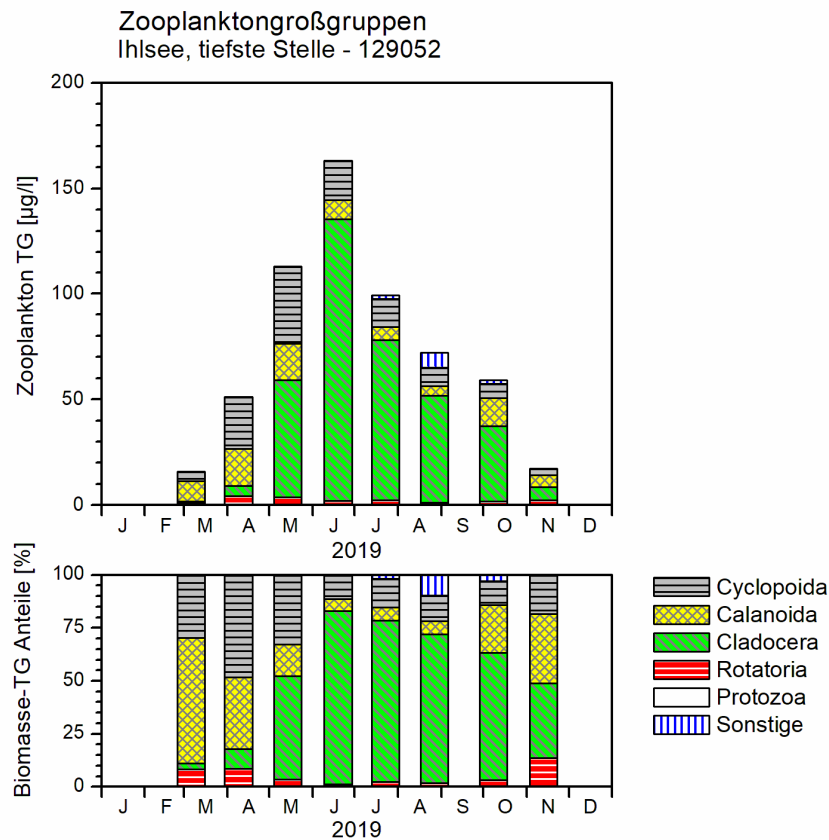


Abb. 46: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons für den Ihlsee im Jahr 2019. Basis ist die Biomasse der gesamten Wassersäule an der tiefsten Stelle. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

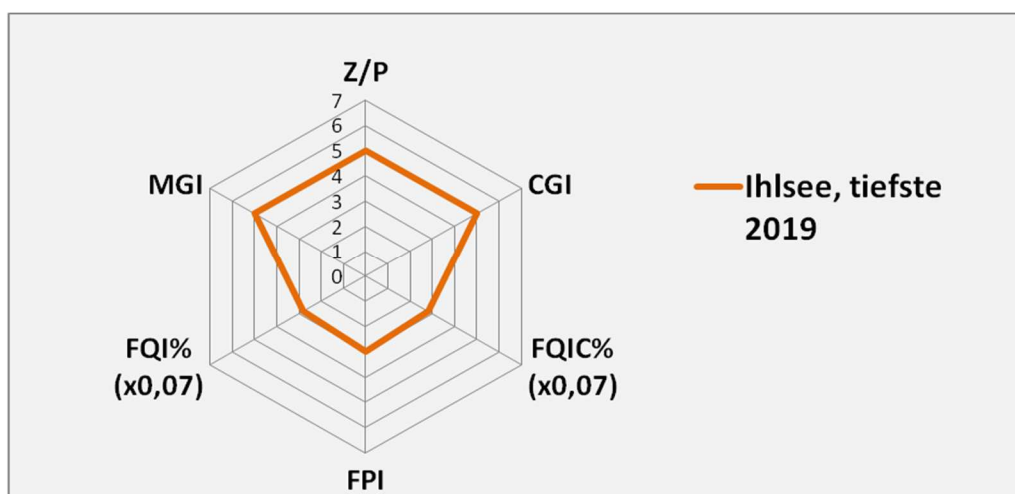


Abb. 47: Wichtigste Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Ihlsee im Jahr 2019. Sommersituation (Ende Juni bis Anfang Oktober).

5.8.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Ihlsee

5.8.3.1 *Phytoplankton*

Bei geringen Nährstoff- und Phytoplanktongehalten im kalkarmen Ihlsee (Sondertyp) verweisen der ganzjährig hohe Anteil von potenziell mixotrophen Flagellaten (Cryptophyceen, Chrysophyceen und Dinophyceen) darauf, dass phasenweise ein Mangel an bestimmten Stoffen durch Heterotrophie zu vermuten ist, der durch Umschalten auf heterotrophe Ernährung ausgeglichen werden kann (hier möglicherweise der Nährstoff Phosphor). Das dominante Auftreten von submersen Makrophyten in diesem Flachsee bis in annähernd 8 m Tiefe verschärft vermutlich den Stoffmangel für das Phytoplankton. Submerse Makrophyten und darauf befindlicher Algenaufwuchs sind Nährstoffkonkurrenten zum Phytoplankton und können zudem durch Allelopathie hemmenden Einfluß auf das Algenwachstum haben. Vor diesem Hintergrund sind mixotrophe Algen im Konkurrenzvorteil gegenüber anderen Algengruppen.

STUHR et al. (2020) beurteilen anhand der submersen Makrophyten den ökologischen Zustand im Litoral des Ihlsees für 2019 als schleichende Verschlechterung gegenüber 2007 und 2013 (Uferzerstörung, Nährstoffeinträge durch Wasservögel, Wühlschäden durch Kapfen und Brassen). Der See ist trotzdem bezüglich der Submersen noch weiterhin in „gutem“ Zustand, jedoch besonders sensible und gleichzeitig gefährdete Arten sind anhand der Kartierung der genannten Autoren auf dem Rückzug.

Diese festgestellte Verschlechterung im Litoral ist anhand der hier vorgestellten Daten an der tiefsten Stelle des Sees bei den Indices für die Trophie und das Phytoplankton nicht erkennbar (Tab. 20) (Einzelheiten zum Phytoplankton s.u. Altdatenvergleich).

Altdatenvergleich Trophie und Phytoplankton

Das Phytoplankton wurde zuletzt 2008 (ARP & MAIER 2009) und 2013 (ARP, MAIER & Michels 2014) analysiert, jeweils vom gleichen Bearbeiter. Beim Trophiestatus und Phytosee-Index ist langfristig kein Trend erkennbar. Die Phytoplankton-Gehalte waren in allen drei Jahren ähnlich (Tab. 20). Auch die Zusammensetzung, die auf eine geringe Trophie verweisen, waren in allen Jahren ähnlich.

Unterschiedlich ist die Schwankungsweite in den einzelnen Jahren. Während 2008 die Biomassen stets auf geringem Niveau waren, zeigten die Folgejahre 2013 und 2019 stärkere Peaks, wenn auch auf niedrigem Niveau. Die einzelnen stärkeren Peaks sind möglicherweise wetten erster Hinweis auf die schleichende Verschlechterung des ökol. Zustands auch im Pelagial.

Tab. 20: Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2019 im Vergleich zu früheren Jahren für den **Ihlsee**.-

Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV=Phytopl.-Biovolumen. TP=Gesamtphosphor.
* = Bewertung ist aufgrund geringer Seefläche und etwas zu geringem Kalkgehalt eingeschränkt.

Ihlsee (Saisonmittelwerte)	Sicht- tiefe (m)	TP (1 m) (mg/l)	Chl a (Z _{integr.}) (µg/l)	PP BV (Z _{integr.}) (mg/l)	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhyoSee 7.0) *
2008	4,3	0,011	4,3	0,26	1,5 (m1)	(1,13)
2013	3,5	0,011	5,4	0,54	1,7 (m1)	(1,43)
2019	5,6	0,011	4,4	0,33	1,5 (o)	(1,14)

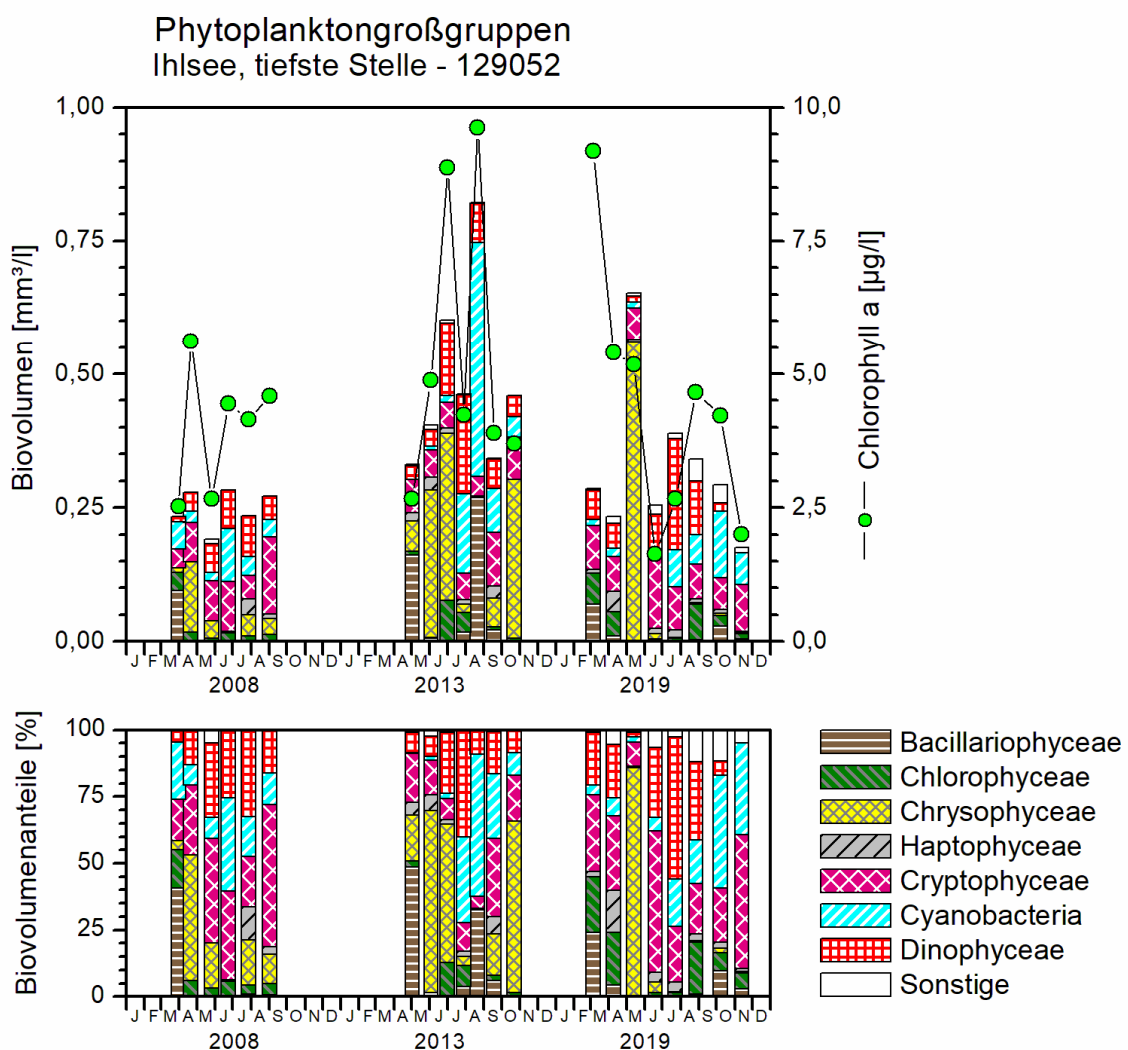


Abb. 48: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Ihlsees für die Jahre 2008, 2013 und 2019. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

5.8.3.2 Zooplankton

Im Ihlsee sind im aktuellen Untersuchungsjahr große Filtrierer von Mai an stark vertreten. Die mittlere Biomasse ist mit ca. 60 μg TM/L (Median) deutlich im niedrigen/unteren Bereich. Bereits in den Untersuchungsjahren 2008 und 2013 wurden mit grob 50 μg TM/L ebenfalls niedrige Biomassen gemessen (ARP & MAIER 2009, 2014) (Abb. 49).

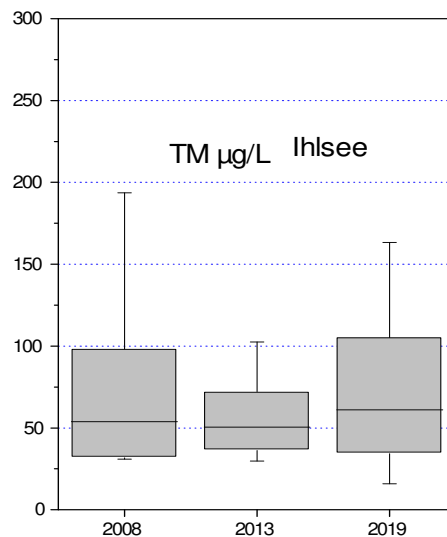
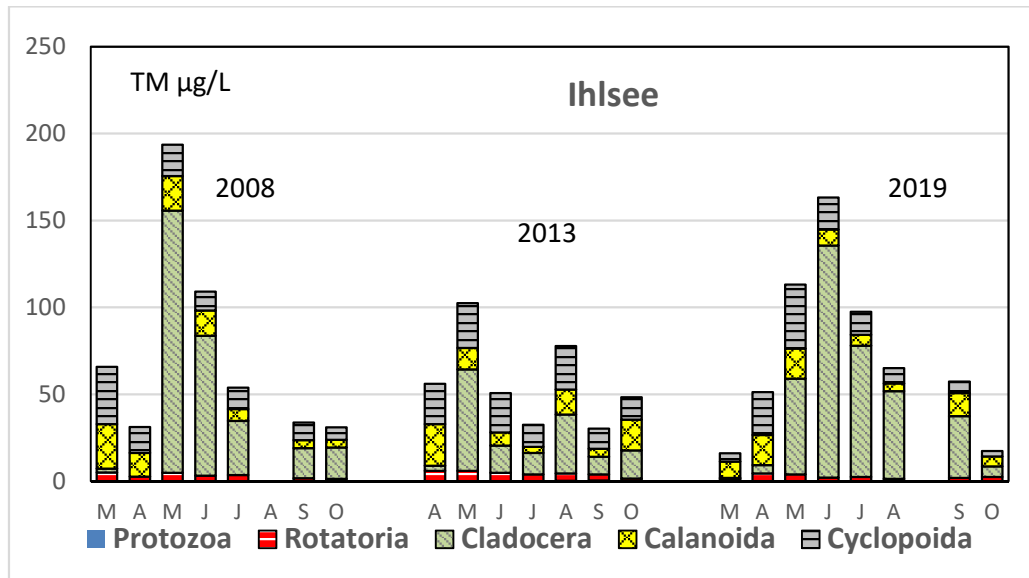


Abb. 49: Entwicklung der Biomasse (Trockenmasse) des Zooplanktons im Ihlsee 2008, 2013 und 2019. **Oben** = einzelne Monate; **unten** = Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über den jeweils im Jahr gesamten Untersuchungszeitraum.

Schwierig ist im Ihlsee die taxonomische Situation der Daphnien. Neben *Daphnia galeata* Morphen treten Morphen mit konvexer Stirn auf, die in die *Daphnia hyalina* Richtung weisen (siehe auch Garrensee).

Auch der **GIC** liegt im aktuellen Jahr mit durchschnittlich 5,6 (maximal knapp 16) $\mu\text{g Ind.}^{-1}$ mindestens im moderaten, eher im oberen Bereich, was zusammen mit der Präsenz von Raubcladoceren und Büschelmücken Larven für einen niedrigen Fraßdruck durch Fische spricht. Im Jahr 2013 liegt der GIC auf dem gleichen Niveau wie im aktuellen Jahr, 2008 war der Wert mit durchschnittlich 12 $\mu\text{g Ind.}^{-1}$ noch deutlich höher (Faktor 2) (Abb. 50 links).

Eine Kopplung von Phytoplankton- und Zooplanktonmasse (**Z/P**) ist vorhanden. Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse liegt im aktuellen Jahr bei fast 50 %. Trotzdem werden fressbare Algen – aufgrund der niedrigen Zooplanktonmasse - nicht ausgeschöpft. Gut fressbare Cryptophyceen liegen Biomassen-anteilig ab Juni zwischen knapp 20 bis 50 %. Eine günstigere Verwertung des Phytoplanktons durch das Zooplankton wird, so ist zu vermuten, durch die „deutliche Anwesenheit“ der Makrophyten und deren „Begleitnahrung für das Zooplankton“ unterbunden (siehe auch Bültsee und abgeschwächt Garrensee). In den Vorjahren liegen die Umsätze von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse zwischen ca. 20 und 50 % (Abb. 50 rechts).

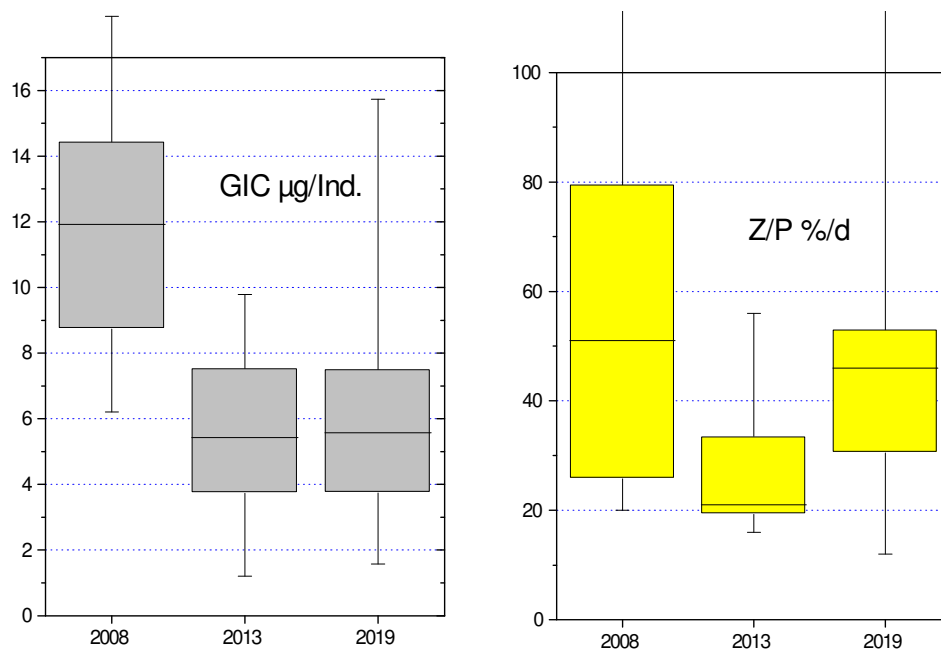
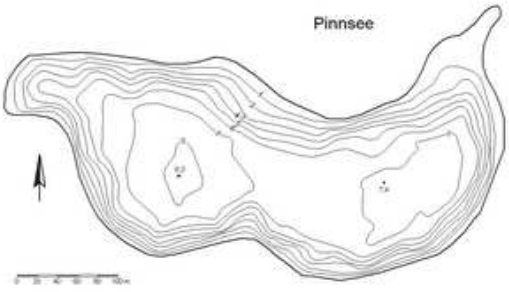
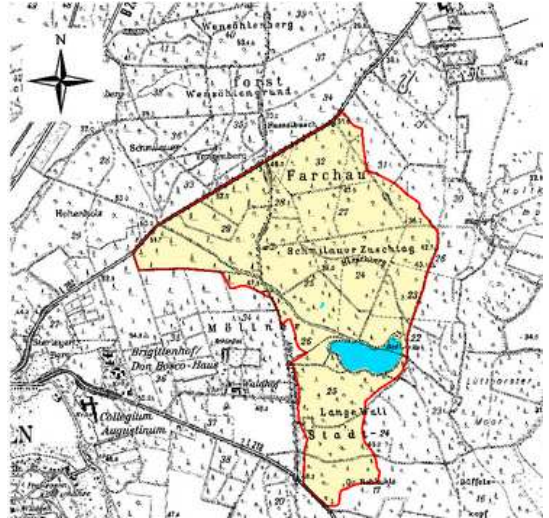


Abb. 50: Entwicklung des GIC (**links**) sowie des Z/P (**rechts**) über die Untersuchungsjahre **2008 – 2019** im Ihlsee. Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über jeweils den gesamten Untersuchungszeitraum jeweils im Jahr.

5.9 Pinnsee

Stammdaten (oben), limnochemische und –biologische Mittelwerte + Indices 2019 (unten)					
Seetyp (Plkt.)	VQ [km ² 10 ⁶ m ⁻³]	See-Fläche [km ²]	Tiefe–mittel [m]	Tiefe–max [m]	th. Verweilzeit [a]
88.5 (10.1)	6,6	0,08	4,7	8,3	0,5
TP _{1m} [mg/l]	Sichttiefe [m]	Chl a Z _{integr.} [µg/l]	BV Z _{integr.} [mm ³ /l]	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
0,048	1,3	56	5,6	3,5 (e2)	(3,42)
Tiefenkarte und oberirdisches Einzugsgebiet					
					

Der kleinflächige gelegene Pinnsee (8,1 ha) östlich Mölln ist als Versauerungssee eingestuft (Sondertyp 88.5) und von daher ein seltener Seetyp in Schleswig-Holstein. Von 1995 bis 2013 (letztes Untersuchungsjahr vor 2019) lag der pH in 1 m Tiefe i.d.R. im Bereich 5-6, während im aktuellen Jahr 2019 pH-Werte zwischen 7 und 9 gemessen wurden und somit erstmalig in den letzten 25 Jahren **keine Versauerung** mehr vorhanden ist (Daten vom LLUR) (siehe auch Disk. Kap. 5.9.3). Der stabil geschichtete See liegt 2 km östlich von Mölln und ist Teil eines Naturschutzgebietes. Er ist vollständig von Wald umgeben, wobei Buchenwaldgesellschaften bodensaurer Standorte vorherrschen (STUHR et al. 2020). Sein Einzugsgebiet ist in Relation zum Seevolumen groß.

Hinsichtlich der Unterwasservegetation wurde 2019 wie schon im Jahr 2000 als einzige Art *Juncus bulbosus* angetroffen, die in der Häufigkeit zugenommen hat (STUHR et al. 2020).

5.9.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen Anfang Mai und Oktober 2019 wurden 7 tiefenintegrierte Mischproben (jeweils 0-6 m) entnommen. Der Pinnsee weist moderat erhöhte Nährstoff- und Phytoplanktongehalte (Saisonmittel: 56 µg l⁻¹ Chl a und 5,6 mm³ l⁻¹ Biovolumen). Es dominieren in der ersten Jahreshälfte fast ausschließlich Conjugatophyceen (Jochalgen), im Sommer und Herbst treten

dagegen Chlorophyceen (Grünalgen), Dinophyceen (Hornalgen) und Chrysophyceen (Goldalgen) gehäuft auf (Abb. 51). Insgesamt wurden nur 30 verschiedene Taxa identifiziert.

Anfang März war das Planktonbild bei nur leicht erhöhten Biomassen noch divers: Neben u.a. Schlundalgen (*Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus*), kleinzelligen Blaualgen (*Synechococcus*, *Aphanocapsa*), Hornalgen mit der Hauptart *Gymnodinium uberrimum* waren Jochalgen mit der Hauptgattung *Cosmarium* Hauptbiomassebildner (41 % Anteil an der Gesamtbiomasse).

Die kleinzellige Jochalge *Cosmarium* war dann von April bis Mitte Juni bei deutlich erhöhten Biomassen, den höchsten Gehalten der Saison, die Hauptart (83 bis 89 % Anteil an der Gesamtbiomasse). Danach bis Mitte/Ende Juli gab es einen Einbruch der *Cosmarium*-Population und es dominierte die ebenso kleinzellige Goldalge *Chrysococcus* (57 % Anteil). Daneben traten nur noch coccale Grünalgen und eine kleinzellige *Gymnodinium*-Art aus der Gruppe der Hornalgen vermehrt hervor.

Nach einem Biomasseeinbruch ohne deutliches Klarwasserstadium Ende August erholte sich die Phytoplanktonzönose bis Oktober wieder. Nun waren bei den Grünalgen v.a. die sichelförmige Art *Monoraphidium griffithii* und bei den Hornalgen eine Art aus dem *Peridinium umbonatum*-Komplex stark vertreten. Arten des *Peridinium umbonatum*-Komplexes und *Gymnodinium*-Arten, u.a. *Gymnodinium uberrimum*, waren im Mai die Hauptbiomassebildner.

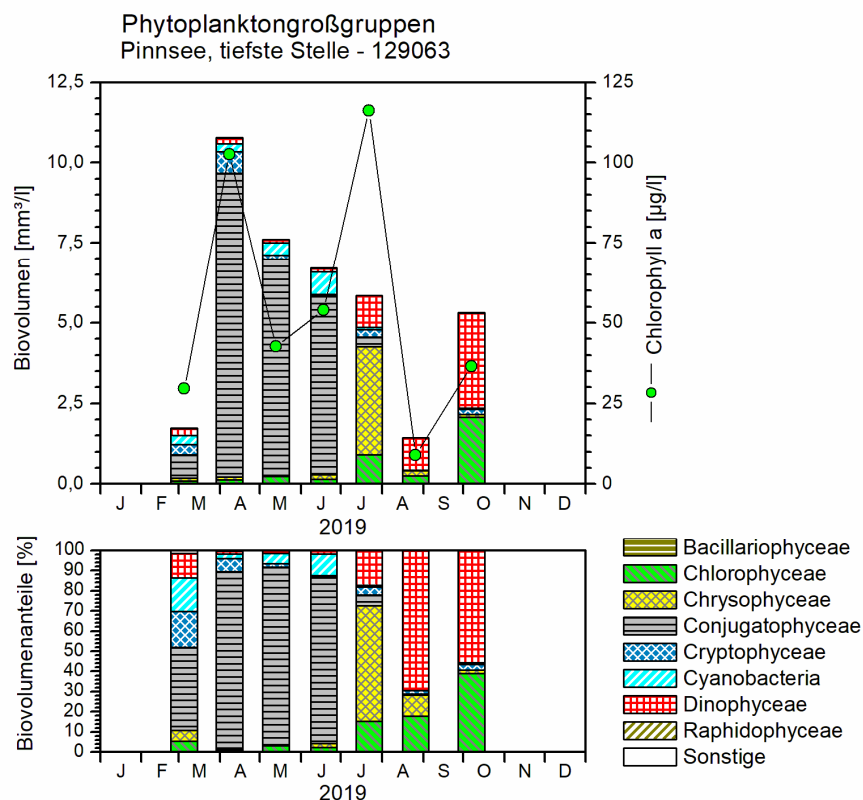


Abb. 51: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Pinnsees im Jahr 2019. Oben: Absolute Biovolumina und Chlorophyll a. Unten: Prozentuale Anteile Biovolumen.

Es wurden 2019 während der deutlichen Schichtungsphase von Anfang April bis Ende August (im September keine Daten) **Tiefenchlorophyllmaxima (DCM)** gefunden, im April und Mai in 2,5 bis 4 m, später bis 6 m Tiefe. Der Tiefenbereich war meistens das untere Metalimnion und die Ausprägung war außer im April sehr ausgeprägt. Ein DCM, das hier teils in relativ geringen Tiefen gebildet wurde, ist nur in einem kleinflächigen tieferen und windgeschützten See möglich. Der Pinnsee liegt zudem in einer Talsenke. Die DCMs wurden außer im Oktober bei der Probenahme voll erfasst.

Profundal diatomeen

In der gesondert entnommenen Schlammprobe der Profundal diatomeen vom 07.10.2019 wurden nur 2 Arten gefunden, die Hauptart *Tabellaria flocculosa* (99 % Anteil an der Gesamtschalenzahl) und *Aulacoseira ambigua* (1 % Anteil). Im Jahr 2013 war das Bild noch deutlich diverser (ARP, MAIER & MICHELS 2014). Weitere Informationen zur Auswertung der Profundal diatomeen mittels Di-Prof finden sich in Kap. 5.2.1.

PhytoSee-Bewertung

Der Pinnsee als sehr kleiner versauerter See wurde im Rahmen der EU-WRRL nicht eingestuft, da hier deutlich andere Randbedingungen bestehen.

5.9.2 Ergebnisse Zooplankton

Im **Pinnsee** wurden von März bis Oktober 7 Zooplanktonproben entnommen; der See wurde bis 6 m Tiefe beprobt.

Insgesamt wurden immerhin 41 Taxa des Metazooplanktons nachgewiesen (30 Rädertier-Arten, 7 Cladoceren- und 4 Copepoden-Arten), wobei allerdings anzumerken ist, dass 10 % der Taxa eher als Litoralbewohner einzustufen sind. Relativ artenreich vertreten sind die Rädertiere. Büchelmücken-Larven sowie Larven der Dreikantmuscheln waren ebenfalls präsent. Der See gehört daher zu den durchschnittlich artenreichen Seen. Größere, vagile Ciliaten waren im Frühjahr mit gut 4 Ind./L vertreten. Erwähnenswert ist das Auftreten von seltenen Rädertier-Arten, wie *Hexarthra mira* und *Keratella valga*.

Die **Rädertiere** werden im März / April durch „Keratellen“ (*K. hiemalis* und *K. valga*) dominiert. Im Mai / Juni kommt *Filinia terminalis* stark auf. Im Sommer (Juli) ist das Rädertierplankton relativ artenreich zusammengesetzt, wobei Flossenträdertiere (*Polyarthra* spp.) und kleine „Synchaeten“ das Bild bestimmen. Im August sind mit *Trichocerca similis* Nahrungsspezialisten aspektbestimmend, im Oktober dominiert das Facettenrädertier *Keratella cochlearis*.

Cladoceren sind praktisch erst ab Juni in nennenswerten Abundanzen präsent, wobei im Juni Rüsselkrebse (*Bosmina longirostris*) in den Restmonaten „Ceriodaphnien“ (*Ceriodaphnia quadrangula*) das Bild bestimmen. An Zeigern höherer Trophie sind Linsenkrebsse (*Chydorus sphaericus*) im Mai zwar präsent aber nur in wenigen Individuen.

Das **Copepoden**-Plankton ist einfach zusammengesetzt. Während der kühleren Jahreszeit (März bis Mai und wieder gegen Ende des Untersuchungszeitraumes) bestimmt *Cyclops strenuus* das Bild. In der warmen Jahreszeit treten *Mesocyclops leuckarti* und *Thermocyclops oithonoides* auf, allerdings nur in geringen Abundanzen. Calanoide Formen (*Eudiatomus vulgaris*) kommen nur äußerst spärlich im März vor.

Die Abundanzen aller taxonomischen Großgruppen sind als niedrig zu bezeichnen. Rädertiere erreichen im Mittel nur ca. 240 Ind./L, Cladoceren knapp 20 und Ruderfußkrebse etwa 4 Ind./L. Die jeweiligen Mediane sind noch deutlich niedriger, was für starke Schwankungen der Abundanzen im Untersuchungszeitraum spricht.

Die **Biomasse** des Metazooplanktons liegt im Pinnsee im unteren Bereich; der Median beträgt 33 der Mittelwert 69 $\mu\text{g TM/L}$. Die höchsten Biomassen werden in den Monaten April bis Juni erreicht und liegen bei ca. 100 bis etwa 200 $\mu\text{g TM/L}$. Starke Massenbildner sind im Frühjahr die cyclopoiden Ruderfußkrebse und im Juni die Cladoceren. Rädertiere treten im April und Mai stark hervor und stellen 35 bis gut 50 % der Metazooplankton-Masse. Im Hochsommer sind Larven der Büschelmücken (Kategorie „Sonstige“) anteilig deutlich an der Biomassenbildung beteiligt (Abb. 52). Die jahreszeitliche Abfolge der taxonomischen Großgruppen erinnert zumindest bis zum Juli an die im PEG Modell erarbeitete Abfolge für nährstoffreiche Seen. Bei den letzten beiden Probenahmen (August und Oktober) sind die Biomassen sehr niedrig.

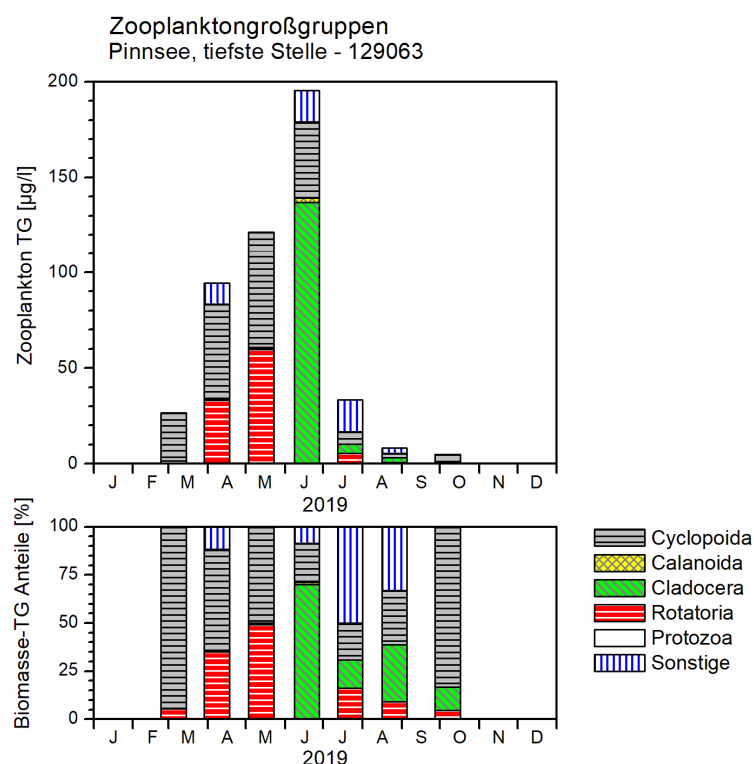


Abb. 52: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons für den Pinnsee im Jahr 2019. Basis ist die Biomasse der gesamten Wassersäule an der tiefsten Stelle. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

Nahrungsnetz nach Phytoloss

Der Cladoceren-Größenindex (**GIC**) liegt in allen Probenahme-Monaten (außer im Oktober) $< 1,5 \mu\text{g TM/Ind.}$ und damit deutlich im unteren Bereich und weit unter der Masse einer 1 mm langen Daphnie ($= 6 \mu\text{g TM/Ind.}$). Der über das PhytoLoss Verfahren errechnete **FPI** (Umkehrung vom GIC) indiziert mit Effektklasse 5 deutliche Fischfraß-Effekte (Abb. 53).

Der Grazing-Druck seitens des Zooplanktons auf das fressbare Phytoplankton ist sehr gering ausgeprägt (**MGI** und **CGI** = Effektklasse 1), der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplankton-Masse ist sehr niedrig (**Z/P** = Effektklasse 1). Die Futterqualität für das Zooplankton ist aufgrund des geringen Fraßdruckes seitens des Zooplanktons relativ hoch (**FQI** und **FQIC** = Effektklasse 2,8 bzw. 3,5; Anteil des fressbaren Phytoplanktons liegt bei 40 und 50 %) (Abb. 53).

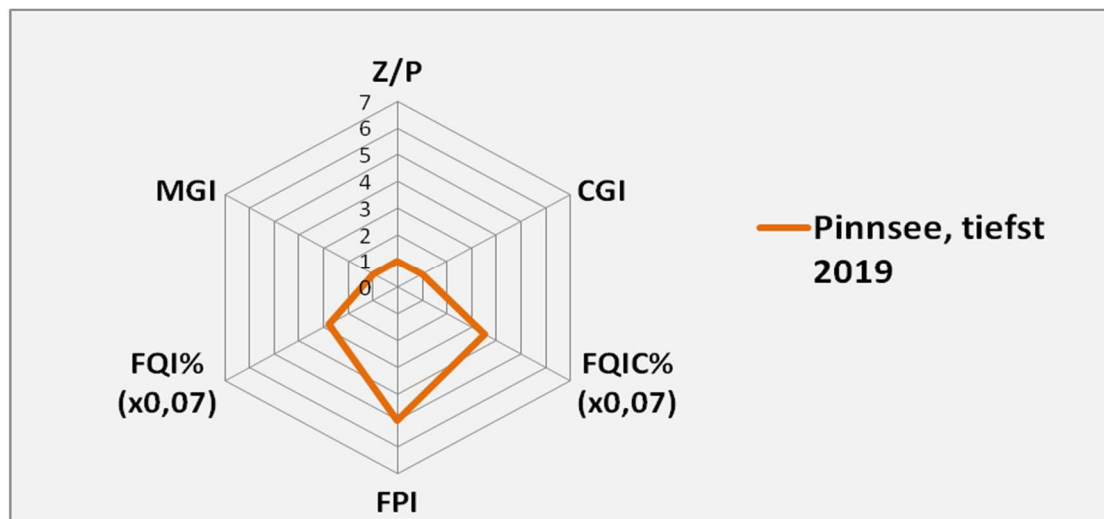


Abb. 53: Wichtigste Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Pinnsee im Jahr 2019. Sommersituation (Ende Juni bis Anfang Oktober).

5.9.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Pinnsee

5.9.3.1 Phytoplankton

Der kleinflächige Pinnsee weist Besonderheiten auf, die durch die jahrzehntelange Versauerung des Sees bedingt sind. Trotz der 2019 gemessenen, deutlichen pH-Erhöhung hin zu Werten > 7 , sind die gefundenen Arten im Pinnsee ein Hinweis auf die lange Zeit andauernde Versauerung im See (s.u.). Eine deutliche Artenverschiebung bei höherem pH würde vermutlich nicht sofort einsetzen, sondern benötigt in diesem kleinräumigen von Wald umgebenen See eine gewisse Zeit.

Am 02.06.2020 wurde überprüft, wie die aktuellen pH-Verhältnisse im Pinnsee sind. Es wurden 2 m vom Ufer entfernt in 0,2 m Tiefe folgende Messdaten mit einer Multiparametersonde vom Autor erhoben:

Wassertemperatur:	22,1 °C
pH-Wert:	7,74
Leitfähigkeit:	25 µS/cm
O ₂ -Gehalt:	10 mg/l
O ₂ -Sättigung:	124 %
ORP:	334 µg/l
Chlorophyll a:	34 µg/l.

Diese Messdaten bestätigen den 2019 erfassten Trend, dass sich der Pinnsee aktuell nicht mehr im Zustand eines versauerten Sees befindet. Von 1995 bis 2008, als nahezu jährlich der pH-Wert im Pinnsee gemessen wurde, wenn auch in unterschiedlicher Dichte, ist ein leichter Anstieg in 1 m Tiefe mit zunehmenden Ausschlägen nach oben zu beobachten. Auch 2013, dem nächsten Untersuchungsjahr nach 2008, gab es einen Ausschlag nach oben, aber bis auf einen Einzelwert 2013 blieben die pH-Werte ab 1995 deutlich unter 7. Erst 6 Jahre später im Jahr 2019, dem nächsten Untersuchungsjahr nach 2013, waren 6 der 7 Werte über pH 7, meist sehr deutlich.

Als eine Ursache für den leichten pH-Anstieg bis 2013 ist die Tatsache zu nennen, dass in den letzten Jahrzehnten in Deutschland ein steter Anstieg der pH-Werte durch Luftreinhaltung zu beobachten ist (<https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/nasse-deposition-saure-saeurebildender>). Für den sehr deutlichen Sprung des pH-Wertes von 2013 zu 2019 sind vermutlich noch andere Veränderungen (Niederschläge, Einzugsgebiet etc.) verantwortlich.

Für das Phytoplankton 2019 lässt sich folgendes sagen:

- Der sehr salzarme Pinnsee (el. Leitfähigkeit 2019 in 1m Tiefe im Mittel: 26 µS/cm) ist auch im Jahr 2019 wie in früheren Jahren bezüglich des Phytoplanktons artenarm, möglicherweise wegen Mangel an bestimmten Stoffen. Die Taxazahl lag 2013 bei 29 und 2019 bei 30.
- Kieselalgen, sehr häufige Vertreter in vielen unserer gepufferten Seen, treten nahezu gar nicht im Pinnsee auf, auch nicht in früheren Jahren. Ursache sind die sehr geringen Kieselsäure-Konzentrationen (Mittel 2019 in 1 m Tiefe: 0,3 mg/l Si).
- In früheren Jahren traten sehr großvolumige Flagellaten oft gehäuft auf (s.u. Altdatenvergleich). Diese beweglichen Taxa sind potenziell mixotroph und haben in stabil geschichteten Seen Konkurrenzvorteile. Sie können vertikalwandern und gleichzeitig auf heterotrophe Lebensweise umschalten, um den Mangel an bestimmten Stoffen auszugleichen. Diese großvolumigen Flagellaten traten 2019 weniger ausgeprägt als in den Vorjahren auf, stattdessen sehr dominant die Zieralge *Cosmarium* aus der Gruppe der Conjugatophyceen (Jochalgen). Zieralgen (Desmidiaceen) bevorzugen kalkarme mäßig saure Gewässer.

Altdatenvergleich Trophie und Phytoplankton

Altdaten liegen von mehreren Jahren des letzten Jahrzehnts und einiger der 1990er Jahre vor, jedoch in unterschiedlicher Dichte. Im Jahr 2002 und den Jahren davor wurden nur 3 Proben je Jahr entnommen und von SPETH analysiert (u.a. SPETH & SPETH 2001 und 2002). In den Jahren

2003 (SPIEKER et al. 2004a) und 2004 (ARP 2005c) wurden Proben in ähnlicher Dichte wie 2013 (ARP, MAIER & MICHELS 2014) und 2019 entnommen, während 2006 und 2007 wieder nur jeweils 3 Proben vorhanden waren (ARP & DENEKE 2007 UND KASTEN & MICHELS 2008). Einen Überblick über die Phytoplanktondaten einiger Jahre und Informationen zu den dominanten Arten finden sich u.a. bei ARP (2005c) und KASTEN & MICHELS (2008).

Tabellarisch und grafisch werden in diesem Bericht nur die Jahre **2004, 2013 und 2019** verglichen, da die Probenzahl ähnlich hoch ist und die Proben vom gleichen Bearbeiter analysiert wurden. Der Pinnsee ist eutroph und pendelte seit 2004 im Bereich zwischen e1 und e2 (Tab. 21, Abb. 54). Eine Einstufung des Sees anhand der QK Phytoplankton wurde in allen Jahren durchgeführt, trotz mehrerer fehlender Kriterien (siehe Kap. 4.2.2). Zudem war der berechnete PSI in 2 der 3 Jahre wegen zu geringer Anzahl von Indikatorarten ungültig (2004 und 2013), was in der geringen Artenvielfalt begründet ist.

In allen genannten Jahren sind im Pinnsee im Frühjahr coccale Grün- oder Jochalgen dominant. Meist sind es *Scenedesmus*-Arten (bis 2007), *Monoraphidium contortum* 2013 oder *Cosmarium* sp. 2004 und 2019. Im Sommer bis in den Herbst hinein herrschen in allen Jahren vor allem größervolumige Flagellaten vor. In den Jahren 2002 - 2007 und abgeschwächt im Jahr 2013 war dies die Hornalge *Gymnodinium uberrimum*, in den Jahren davor eine nicht genauer identifizierte *Gymnodinium*-Art. Im Jahr 2013 trat erstmalig die sehr großvolumige *Gonyostomum semen* hervor (Informationen dazu bei ARP, MAIER & MICHELS (2014). Eine weitere wichtige Gruppe im Sommer/Herbst sind Chrysophyceen, oft die Gattung *Dinobryon*, aber auch *Synura* in den Jahren 2006 und 2007 (KASTEN & MICHELS 2008) und im Jahr 2019 *Chrysococcus* sp.

Auffällig ist langfristig bis 2013 die starke Dominanz von großvolumigen Flagellaten im Sommer im Pinnsee (*Gymnodinium uberrimum* und *Gonyostomum semen*). Im Jahr 2019 traten diese Arten nur subdominant (*Gymnodinium uberrimum*) oder gar nicht mehr (*Gonyostomum*) auf.

Mit einer mittleren Tiefe von 4,7 m sind die großen Flagellaten sehr gut in der Lage, vertikal in der Wassersäule zu wandern. Dies zeigen auch die Chl.-Daten der Fluoreszenzsonde des LLUR im Pinnsee. Durch die Fähigkeit zur Vertikalwanderung können besonders große Flagellaten schnell in tiefere Schichten gelangen, um möglicherweise Nährstoffe und/oder Bakterien aufzunehmen. Das Umschalten auf Heterotrophie bei Flagellaten (Mixotrophie) ist weitverbreitet (JONES & ILMAVIRTA 1988, ISAKSSON 1998).

Die durch das Zooplankton schlechte Verwertbarkeit dieser großen Flagellaten im Pinnsee ist in der Zooplanktonentwicklung erkennbar (s.u. Kap. 5.9.3.1).

Tab. 21: Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2019 im Vergleich zu früheren Jahren für den **Pinnsee**.-

Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV=Phytopl.-Biovolumen. TP=Gesamtphosphor.
* = Bewertung aufgrund deutlich zu geringer Seefläche nicht sinnvoll.

Pinnsee (Saisonmittelwerte)	Sicht- tiefe (m)	TP (1 m) (mg/l)	Chl a (Z _{integr.}) (µg/l)	PP BV (Z _{integr.}) (mm ³ /l)	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhyoSee 7.0) *
2004	1,9	0,033	31,2	5,2	3,0 (e2)	-
2013	2,2	0,029	51,9	7,1	3,0 (e1)	-
2019	1,3	0,048	55,8	5,6	3,5 (e2)	.

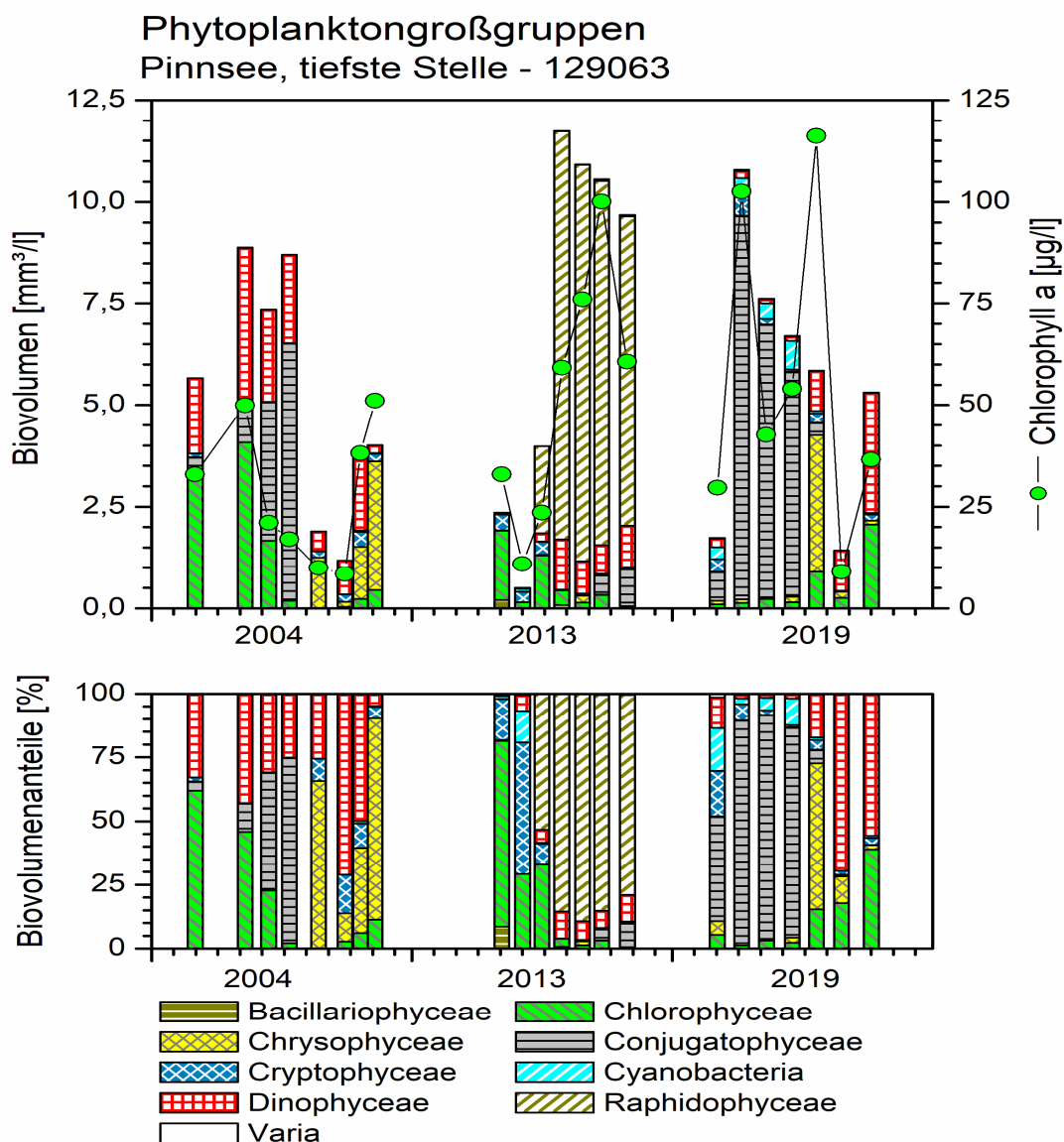


Abb. 54: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Pinnsees für die Jahre 2004, 2013 und 2019. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

5.9.3.2 Zooplankton

Der Pinnsee fiel bisher durch seine Artenarmut auf. Beispielsweise wurden in den Jahren 2005/2008 nur ≤ 15 Taxa des Metazooplanktons, im Jahr 2013 gut 20 Taxa erfasst. Im aktuellen Jahr konnten immerhin 41 Taxa nachgewiesen werden, wobei die Rädertiere artenreich und mit einigen eher seltenen Taxa (siehe Ergebnisteil) vertreten sind. Sicherlich sind diese Unterschiede in den Taxazahlen teils der ungleichen Probenahmefrequenz der verschiedenen Jahre (2005, 2006, 2008 vs. 2013 und 2019) geschuldet. In wie weit der angestiegene pH-Wert die Artenzahlen beeinflusst bzw. „ansteigen läßt“, ist im Moment noch nicht sagen; hierzu werden Untersuchungen in den nächsten Jahren weitere Aufklärung geben. Hervorstechendes Merkmal – auch im aktuellen Jahr 2019 - sind insbesondere das fast völlige Fehlen von Daphnien und calanoiden Copepoden (d.h. das Fehlen von großen Filtrierern!). Diese Ergebnisse aus dem aktuellen Jahr decken sich mit Ergebnissen aus früheren Jahren (ARP & DENEKE 2006, KASTEN & MICHELS 2008). Der GIC ist mit durchschnittlich (Median) $1,13 \mu\text{g Ind.}^{-1}$ außergewöhnlich niedrig und deutet auf Fischeffekte hin. Gegen Fischeffekte spricht aber die deutliche Anwesenheit der großen Büschelmücken-Larven bis hinein in den Monat August, so dass in erster Linie die abiotischen Bedingungen für das Vorherrschen der kleinen Filtrierer verantwortlich sein dürfte bzw. könnte. Vergleicht man die mittleren Biomassen über die Untersuchungs-Jahre, so ergeben sich folgende Werte (ARP & DENEKE 2006; KASTEN & MICHELS 2008; ARP & MAIER 2009, 2013 und 2019; siehe auch Abb. 55 unten):

Jahre	Mittelwert (TG/l)	Median (TG/l)	Proben- anzahl
2005	34	8	3
2006	156	163	3
2008	86	78	3
2013	57	51	7
2019	62	26	7

Mit diesen Werten liegt der Pinnsee hinsichtlich der Zooplanktonmasse im unteren (Jahre 2005, 2008, 2013, 2019) bis mittleren Bereich (Jahre 2006). Saisonale Abläufe sind aufgrund der schwachen Datenbasis in den ersten drei Untersuchungsjahren (nur 3 Probenahmen) kaum nachvollziehbar (Abb. 55 oben). Auffällig ist, dass die Biomassen in einigen Jahren (Ausnahme allenfalls Jahre 2008, 2013) im Sommer / Herbst deutlich abnehmen, was sicherlich primär der ungünstigen Nahrungsbasis für die Filtrierer (u. a. Dominanz von schlecht fressbaren Dinophyceen), eventuell auch dem Fraßdruck durch Büschelmücken-Larven (und / oder Fische) geschuldet ist.

Der **GIC** ist in allen Untersuchungsjahren extrem niedrig (Abb. 56 links), was ein Überwiegen von kleinen Filtrierern in allen Untersuchungsjahren bedeutet. Erwähnenswert für das Jahr 2013 ist, dass calanoide Ruderfußkrebse in den Proben vorhanden waren (Abb. 55, oben) was für „bessere“ Futterbedingungen spricht.

Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse (**Z/P**) (Abb. 56 rechts) ist in den verschiedenen Untersuchungsjahren schwankend, insgesamt aber sehr niedrig; er liegt zwischen 0,4 und 7 %/d (Mediane) bzw. zwischen 2 und 34 %/d (Mittelwerte). Im aktuellen Jahr liegt der Umsatz, berechnet über das Modul PhytoLoss, bei Effektklasse 1 (extrem niedrig),

was sicherlich durch die ungünstige Nahrungssituation während des Sommers (vgl. oben) bedingt ist.

Ein Zusammenhang zwischen der Entwicklung des Phytoplanktons und der des Zooplanktons ist im Pinnsee nicht zu sehen. Der Spearman Rang Korrelationskoeffizient berechnet über die Jahre ist negativ ($r = -0,145$, $P = \text{ns}$, $n = 13$).

Im Gesamtbild ist nochmals auf die unterschiedliche Entnahmefrequenz der Proben in den verschiedenen Jahren im Pinnsee hinzuweisen (bis 2008 $n=3$, ab 2013 $n=7$), die einen Vergleich der Untersuchungsjahre nur sehr bedingt möglich macht.

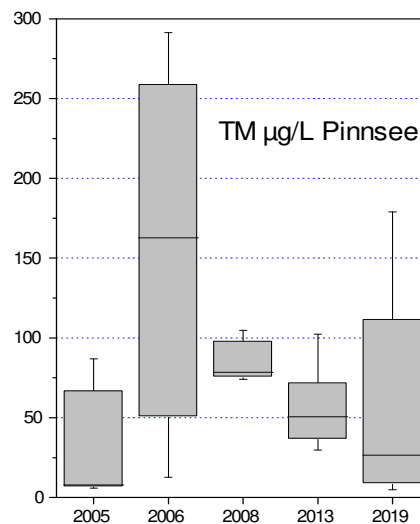
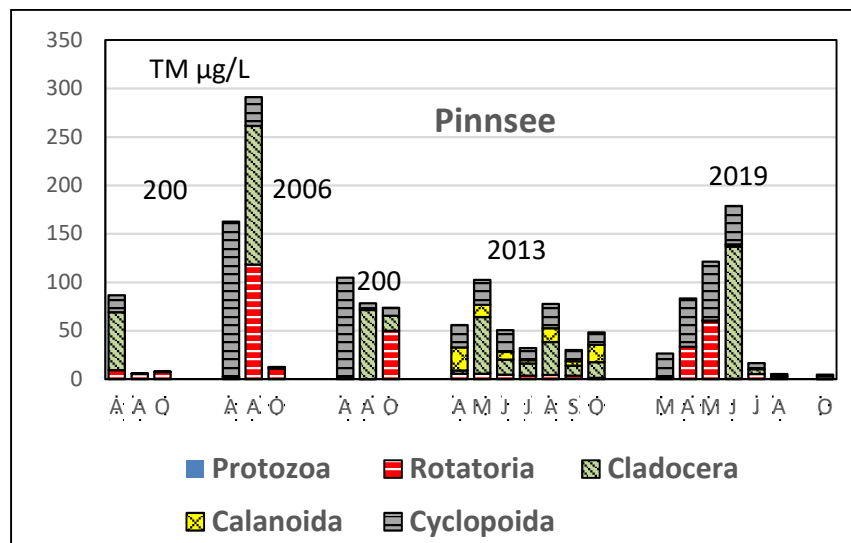


Abb. 55: Langzeitliche Entwicklung der Biomasse (Trockenmasse) des Zooplanktons im Pinnsee. Oben = einzelne Monate; unten = Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über den jeweils im Jahr gesamten Untersuchungszeitraum.

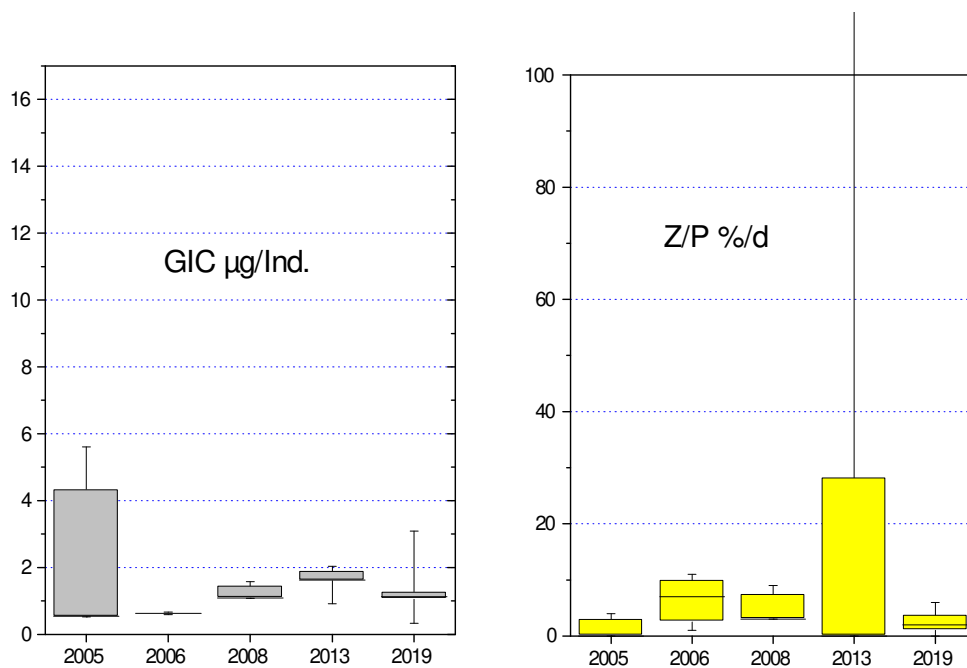
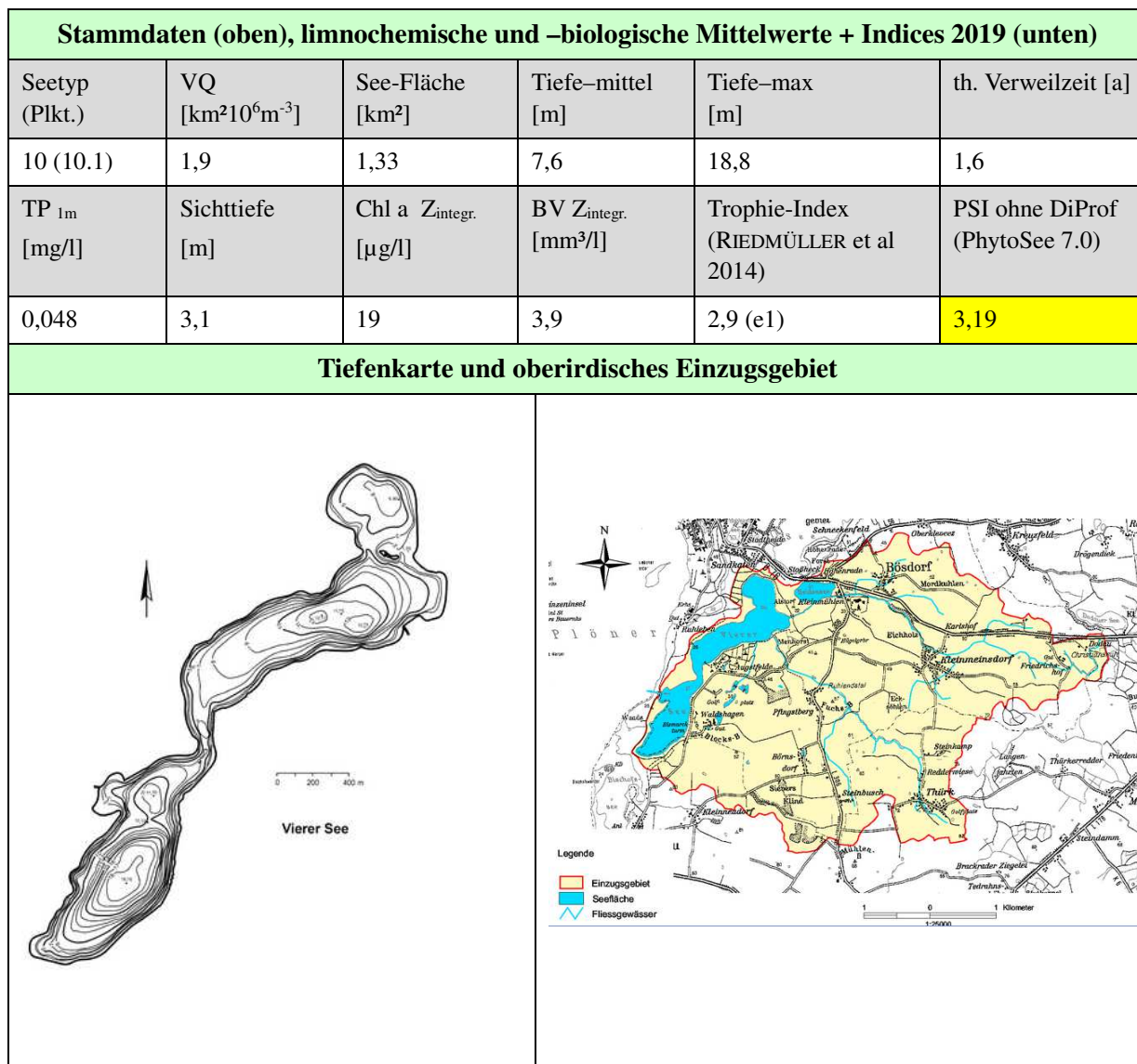


Abb. 56: Entwicklung des GIC (**links**) sowie des Z/P (**rechts**) über die Untersuchungsjahre **2005 – 2019** im Pinnsee. Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über den gesamten Untersuchungszeitraum jeweils im Jahr.

5.10 Vierer See



Der Vierer See ist ein mittelgroßer und –tiefer See inmitten des Plöner Seengebietes südlich von Plön bei Bösdorf. Das Einzugsgebiet östlich des Sees ist nicht sehr groß. Der VQ (Einzugsgebietsfläche/Seevolumen) liegt mit 1,9 im Grenzbereich vom Seetyp 10 zu 13. Die Entwässerung aus dem Einzugsgebiet findet v.a. ins Nordbecken statt. Die tiefste Stelle befindet sich im Südbecken. Der Seeablauf ist am Westufer des Südbeckens zum Gr. Plöner See, in den 1990er Jahren mit Abflüssen zwischen 200 und 550 l/s (LANU 1997).

Die Unterwasservegetation ist mäßig entwickelt, bis zu einer mittleren Tiefe von 2,9 m mit einem mittleren Deckungsgard von 30 %. Im Vergleich mit früheren Jahren gibt es eine deutliche Verbesserung bezüglich Tiefenausbreitung, Deckungsgrad und Artendiversität (BIOTA 2020).

5.10.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen März und Oktober 2019 wurden 7 tiefenintegrierte Mischproben (0-5 bis 0-10 m) entnommen. Der Vierer See weist im Mittel leicht erhöhte Chlorophyll a- Gehalte und Biovolumina auf, wobei die Verteilung sehr unterschiedlich ist: ein sehr ausgeprägter Peak im März und relativ geringe Gehalte von April bis Oktober (Saisonmittel: $18,7 \mu\text{g l}^{-1}$ Chl a und $3,9 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ Biovolumen). Neben den Bacillariophyceen (Kieselalgen) im Frühjahr dominierten in der übrigen Zeit Flagellaten (Cryptophyceen und Dinophyceen) das Phytoplankton (Abb. 57). Insgesamt wurden 69 verschiedene Taxa identifiziert.

Der ausgeprägte Kieselalgenpeak im März mit der hohen Kieselalgenbiomasse von annähernd $20 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ Biovolumen war deutlich von der centrischen Art *Stephanodiscus neoastraea* (89 % Anteil an der Gesamtbiomasse) geprägt, mit Zellgrößen großteils $> 30 \mu\text{m}$. 2 weitere *Stephanodiscus*-Arten vervollständigen das Bild (*St. alpinus* und *St. minutulus*).

Nach dem Zusammenbruch der Blüte im März dominierten die *Stephanodiscus*-Arten auch im April, dazu ebenfalls gehäuft die ebenfalls centrische Art *Cyclostephanos delicatus*. Mitte Mai während eines kleinen Klarwasserstadiums mit gleichzeitig deutlich Zunahme der Cladoceren (s.u. Kap. 5.10.2) war von den *Stephanodiscus*-Arten nur noch *St. neoastraea* häufiger (26 % Anteil), daneben nun *Cyclotella balatonis* und die pennale Sternchenalge *Asterionella formosa*, beide in ähnlichem Gehalt wie *St. neoastraea*.

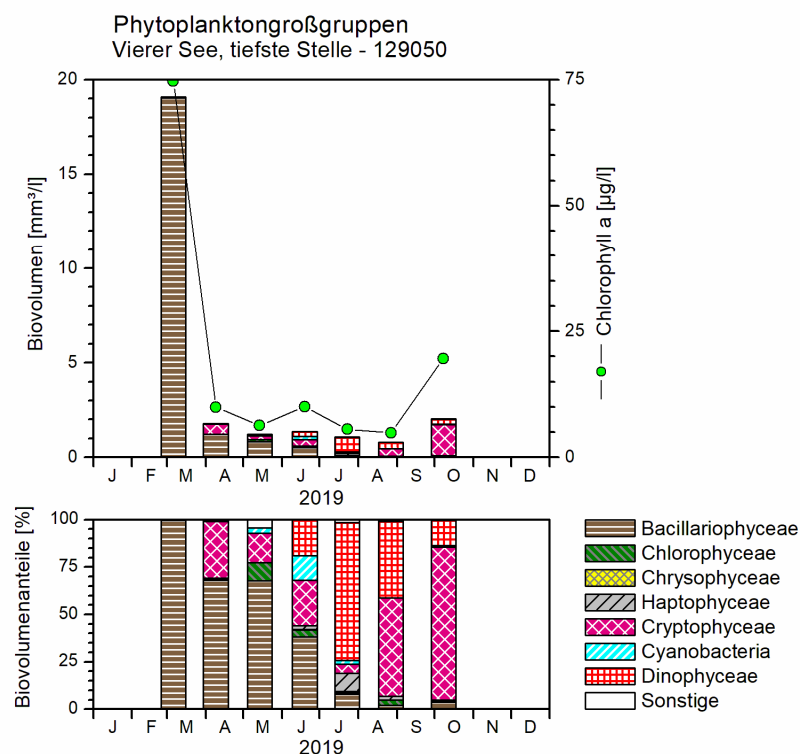


Abb. 57: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Vierer Sees im Jahr 2019. Oben: Absolute Biovolumina und Chlorophyll a. Unten: Prozentuale Anteile Biovolumen.

Bis Mitte Juni blieben bei den Kieselalgen nur noch die pennalen Arten als häufige Arten übrig (*Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*), beides Taxa, die durch Koloniebildung der zellen (Sternbildung bei *Asterionella*, Kammbildung bei *Fragilaria crotonensis*) das Absinken im Sommer reduzieren.

Bis zum Hochsommer Mitte/Ende Juli bei noch stärkerer Sommerschichtung setzten sich jedoch typische Sommerformen durch, hier großvolumige Flagellaten der Dinophyceen, die beweglich sind und zudem schlecht fressbar. Hauptvertreter waren 2 Arten der Gattung *Ceratium*, *C. hirundinella* und *C. furcoides* (zusammen 55 % Anteil an der Gesamtbioasse). Weitere wichtige Flagellaten der Dinophyceen im Juli waren *Woloszynskia* und im August eine großvolumige *Peridinium*-Art. Im August und vor allem Oktober war neben den Dinophyceen zunehmend die Gruppe *Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus* aus der Algengruppe der Cryptophyceen dominierend.

Tiefenchlorophyllmaxima (DCM) wurden während der gesamten Schichtungsphase im Metalimnion gefunden, mit zunehmender Dauer in größeren Tiefen (im Juli in 4 – 6 m, im Oktober in 10 m Tiefe) (Daten LLUR). Alle DCMs, ausgenommen der schmale Peak im Oktober, wurden durch die Probenahme miterfasst.

Profundaldiatomeen

Die gesondert entnommene Probe der Profundaldiatomeen vom 8.10.2019 ergab nur in Teilen die Dominanzverhältnisse der Biomasse der pelagisch erfassten Kieselalgen wieder. Hauptvertreter war deutlich die kleinzellige Art *Stephanodiscus minutulus* (63 % Anteil an der Gesamtschalenzahl), daneben *Asterionella formosa* (17 % Anteil). Weitere Informationen zur Auswertung der Profundaldiatomeen mittels Di-Prof finden sich in Kap. 5.2.1.

PhytoSee-Bewertung

Im Rahmen der EU-WRRL wurde der Vierer See mittels der Qualitätskomponente Phytoplankton als „mäßig“ eingestuft (siehe auch Kap. 5.2.2). Diese Einstufung ist plausibel. Die Planktongehalte waren im März bei deutlich erhöhten P-Gehalten während der Vollzirkulation sehr hoch, danach stets leicht erhöht. Oligotraphente Arten traten kaum auf, auch nicht Arten, die auf eine hohe Trophie verweisen.

5.10.2 Ergebnisse Zooplankton

Im **Vierer See** wurden von März bis November 7 Zooplanktonproben entnommen; der See wurde bis 17 m Tiefe beprobt.

Insgesamt wurden immerhin 43 Taxa des Metazooplanktons nachgewiesen (25 Rädertier-Arten, 9 Cladoceren- und 9 Copepoden-Arten. Büchelmücken-Larven sowie Larven der Dreikantmuscheln waren ebenfalls präsent. Der See gehört daher – ähnlich wie die anderen der aktuell beprobten Seen - zu den artenreichen bis „durchschnittlich artenreichen“ Seen. Größere, vagile Ciliaten waren im Frühjahr mit bis zu 180 Ind./L (März) vertreten.

Bei den **Rädertieren** sind im Frühjahr „Keratellen“ (*K. cochlearis*, *K. hiemalis*, *K. quadrata*) stark vertreten. Im Juni kommt mit *Pompholyx sulcata* ein Rädertier stark auf, das nährstoffreiche Bedingungen anzeigt, im Juli dominieren Flossenrädertiere (*Polyarthra* spp.) und gegen Ende des Untersuchungszeitraumes sind wiederum „Keratellen“ mit dem Facettenrädertier *K. cochlearis* aspektbestimmend. Noch häufig sind kleine Synchaeten aus der *S. oblonga* / *lakowitziana* / *tremula* Gruppe.

Das **Cladoceren**- Plankton wird den gesamten Untersuchungszeitraum von Daphnien bestimmt, wobei *D. galeata* (Frühjahr), *D. cucullata* (Sommer) und intermediäre Morphen (*D. x krausi*) dominieren. Rüsselkrebse sind mit 2 Taxa (*Bosmina longirostris* und *B. coregoni coregoni*) präsent, aber nicht aspektbestimmend. Im Sommer kommt *Diaphanosoma brachyurum* stärker auf.

Das **Copepoden**-Plankton wird im Frühjahr durch *Eudiaptomus graciloides* und *Cyclops* Arten (*C. kolensis*, *C. abyssorum*) bestimmt. Das Sommer und Herbst-Copepodenplankton ist artenreich zusammengesetzt, wobei *Thermocyclops oithonoides* das dominante Taxon ist. Noch häufig im Sommer/Herbst ist *Mesocyclops leuckarti*.

Die Abundanzen aller taxonomischen Großgruppen sind im Vierer See niedrig. Die mittlere Abundanz der Rädertiere beträgt 131 Ind./L, die der Cladoceren nur 6 und die der Ruderfußkrebse nur 18 Ind./L.

Die **Biomasse** des Metazooplanktons liegt im Vierer See im unteren Bereich; Der Median beträgt 121, der Mittelwert 122 µg TM/L. Die höchsten Biomassen werden mit 170 µg TM/L im Juni zur Zeit des Cladocerenmaximums erreicht. Starke Massenbildner sind im März/April die calanoiden und cyclopoiden Ruderfußkrebse, im Juni die Cladoceren. Rädertiere erreichen im Juli immerhin 25 % der Zooplanktonmasse, bleiben aber den Rest des Probenahme-Zeitraums unter 10 % (Abb. 58).

Nahrungsnetz nach Phytoloss

Der Cladoceren-Größenindex (**GIC**) liegt im Sommer (Juli / August) zwischen 4,46 und 5,56 µg TM/Ind., bezogen auf den gesamten Untersuchungszeitraum bei 5,56 µg TM/Ind. und damit im mittleren bis oberen Bereich. Der über das PhytoLoss Verfahren errechnete **FPI** (Umkehrung vom GIC) indiziert mit Effektklasse 3 eher schwache Fischfraß-Effekte (Abb. 59).

Der Grazing-Druck seitens des Zooplanktons auf das fressbare Phytoplankton ist moderat ausgeprägt (**MGI** und **CGI** = Effektklasse 4), der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplankton-Masse ist ebenfalls moderat (**Z/P** = Effektklasse 4). Die Futterqualität für das Zooplankton ist aufgrund des starken Fraßdruckes relativ hoch (**FQI** und **FQIC** = Effektklasse 2,8; Anteil des fressbaren Phytoplanktons liegt bei 40 %) (Abb. 59).

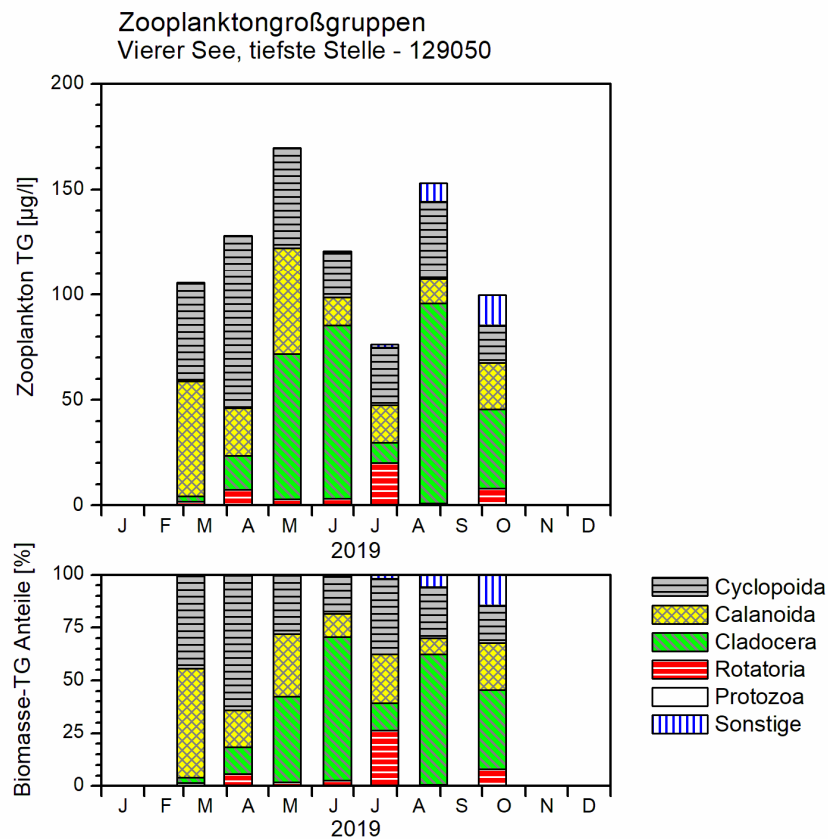


Abb. 58: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons für den Vierer See im Jahr 2019. Basis ist die Biomasse der gesamten Wassersäule an der tiefsten Stelle. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

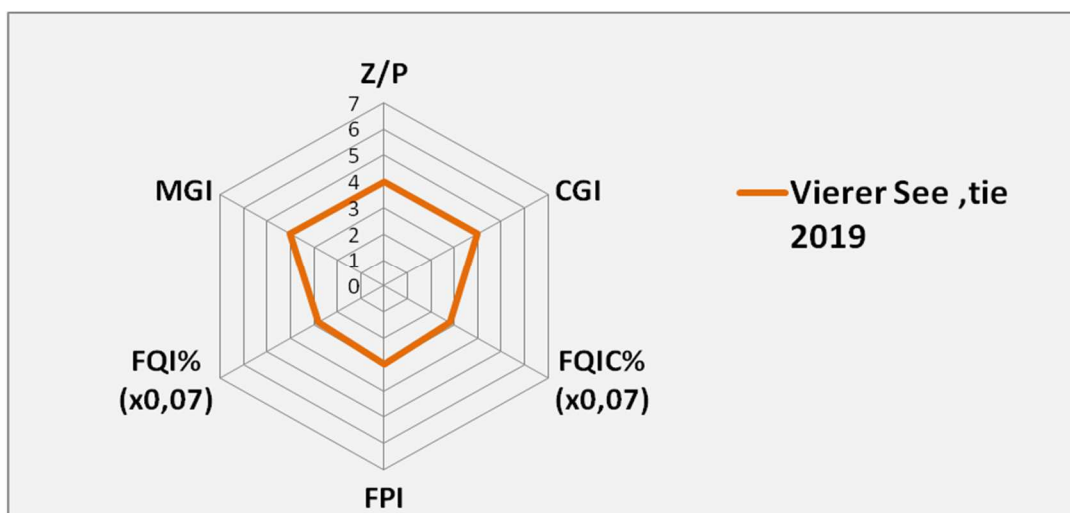


Abb. 59: Wichtigste Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Vierer See im Jahr 2019. Sommersituation (Ende Juni bis Anfang Oktober).

5.10.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Vierer See

5.10.3.1 Phytoplankton

Der in der Fläche mittelgroße und gleichzeitig stabil geschichtete Vierer See zeichnet sich durch eine sehr ausgeprägte Frühjahrsblüte von teils gut verwertbaren, teils sehr großvolumigen ($> 30 \mu\text{m d}$) centrischen Kieselalgen aus, die in allen Untersuchungsjahren zu beobachten sind (s.u. Altdatenvergleich). Bedingt wird die Blüte durch hohe P-Gehalte während der frühjährlichen Vollzirkulation, deren Ursache u.a. in den sehr hohen P-Gehalten unter anoxischen Bedingungen im sommerlichen Tiefenwasser im Jahr zuvor begründet ist.

Der See weist, wenn auch nicht so ausgeprägt wie der planktonarme Große Plöner See, ab April eine relativ niedrige Umsetzung von Phosphor in Chl.a auf, wobei der Gesamtphosphor auf sehr niedrigem Niveau liegt (siehe auch Kap. 5.1.1, Abb. 1).

Altdatenvergleich Trophie und Phytoplankton

Altdaten zum Phytoplankton liegen von 2004 von ARP (2005a) und 2013 (ARP, MAIER & MICHELS 2014) vor. 2004 wurden nur 5 Proben ausgewertet (März und Juli-Sept.), 2013 und 2019 jeweils 7 Proben. Zudem wurde das Phytoplankton (Chl.a und Phytoplanktonprobe) 2004 anders als in den Folgejahren stets aus 1 m Tiefe entnommen.

Die Vergleichsdaten zeigen ähnliche Verhältnisse 2013 und 2019, wobei sich einzelne Algengruppen in der Ausprägung phasenweise unterscheiden, während ganz anders 2004 im Sommer eine ausgeprägte *Ceratium*-Blüte erfasst wurde (Abb. 60). Es ist zu vermuten, dass zum einen bei der Probenahme 2004 Ende Juli und Mitte August in 1 m Tiefe eine *Ceratium*-Blüte erfasst wurde, die nicht repräsentativ für das gesamte Epilimnion war. Solche Blüten entstehen manchmal sehr kurzzeitig auf engstem Raum innerhalb von 1 – 2 Metern, weshalb NIXDORF et al. (2010) vorgeschlagen haben, bei einer euphotischen Tiefe, die kleiner als das Epilimnion ist, das gesamte Epilimnion zu beproben. So können kurzzeitige patchiness-Effekte (innerhalb weniger Stunden) ausgeglichen werden. Dies wird in Schleswig-Holstein auch seit Sommer 2005 so durchgeführt.

Vor diesem Hintergrund sind die erhöhten Mittelwerte für das Biovolumen und Chl.a 2004 vermutlich als zu hoch einzuordnen. Die unbefriedigende Einstufung 2004 ist ohnehin wegen nicht genügender Artenzahl ungültig. Die Einstufung „mäßig“ des schwach eutrophen Vierer Sees 2013 und 2019 anhand des Phytoplanktons ist daher vermutlich keine Verbesserung gegenüber 2004 (

Tab. 22).

Tab. 22: Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2019 im Vergleich zu früheren Jahren für den **Vierer See**.-

Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV=Phytopl.-Biovolumen. TP=Gesamtphosphor. *: Die Proben sind aus 1 m entnommen. **: Der PSI im Jahr 2004 ist ungültig wg. fehlendem Teilmetric PTSL.

Vierer See (Saisonmittelwerte)	Sicht- tiefe (m)	TP (1 m) (mg/l)	Chl a (Z _{integr.}) (µg/l)	PP BV (Z _{integr.}) (mm ³ /l)	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhyoSee 7.0)
2004	2,1	0,055	26,0*	8,0*	3,1	(3,94)**

2013	2,3	0,040	13,3	2,9	2,7	2,73
2019	3,1	0048	18,7	3,9	2,9	3,19

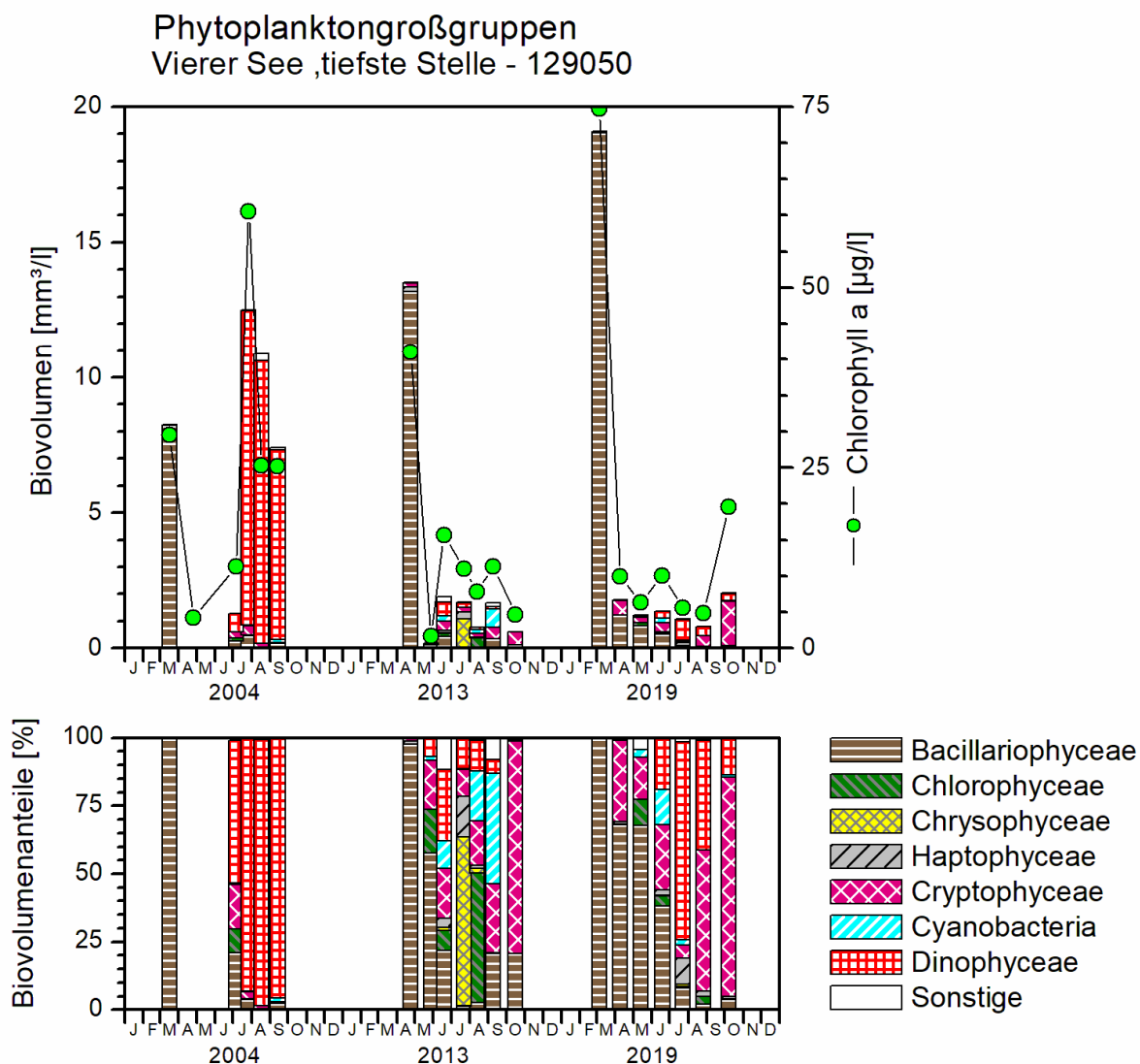


Abb. 60: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Vierer Sees für die Jahre 2004, 2013 und 2019. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

5.10.3.2 Zooplankton

Der Vierer See weist auch im aktuellen Untersuchungsjahr vergleichsweise niedrige Zooplanktonmassen auf, was den See insgesamt in den (niedrigen, unteren) Übergangsbereich zwischen oligo- bis mesotroph gruppiert (siehe Steckbrief). Gegenüber dem Jahr 2013 ist im aktuellen Jahr - neben einer etwas höheren Biomasse (Abb. 61) – bedingt durch die Anwesenheit von großen Filtrierern (Ausnahme allenfalls Juli) ein etwas höherer Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse zu verzeichnen (Abb. 62, rechts). Gut fressbare Algen (Cryptophyceen, Bacillariophyceen) werden aber im Sommer des aktuellen Jahres nicht durch

das Zooplankton aufgezehrt und bleiben – neben den bereits im Jahr 2004 genannten bzw. damals dominanten Dinophyceen (ARP 2005) – relativ häufig.

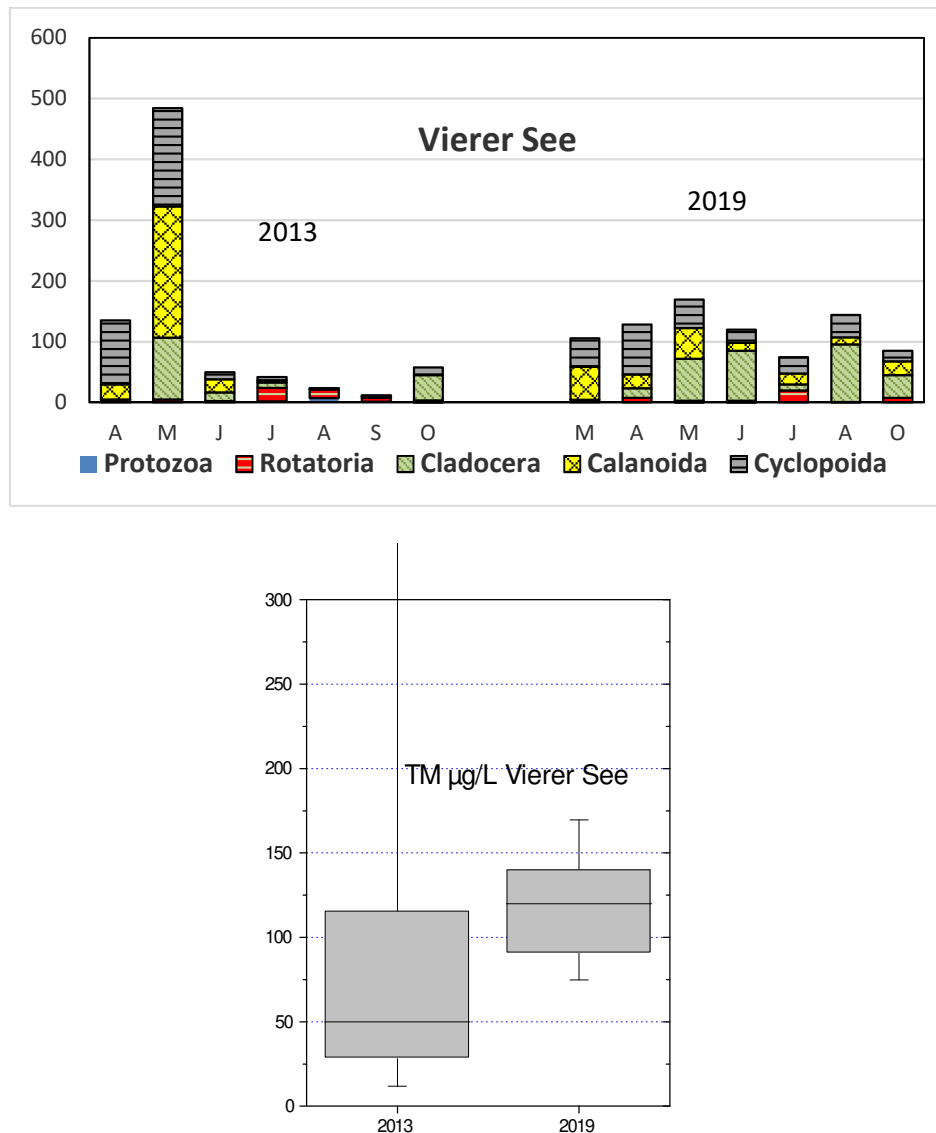


Abb. 61: Entwicklung der Biomasse (Trockenmasse) des Zooplanktons im Vierer See. Oben = einzelne Monate; unten = Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über den jeweils im Jahr gesamten Untersuchungszeitraum.

Nach NIXDORF et al. (2005; zitiert in ARP 2005) wird der Vierersee als „gut“ (wenig Cyanobakterien im Sommer) eingestuft. Diese Einstufung lässt sich durch das Zooplankton im aktuellen Jahr sowie auch im Jahr 2013 nicht mehr bestätigen. Im Vergleich zum Jahr 2013 hat sich im Sommer die Zusammensetzung des Zooplanktons „verbessert“. Kleinere Filtrierer bei gleichzeitig niedrigen Biomassen sind nur im Juli präsent.

Während im Jahr 2013 ein vermutlich erhöhter Prädationsdruck durch Fische das Verschwinden der großen Filtrierer mit verursacht hat, ist der Fisch-Prädationsdruck im aktuellen Jahr eher als niedrig einzuschätzen (Abb. 62, links).

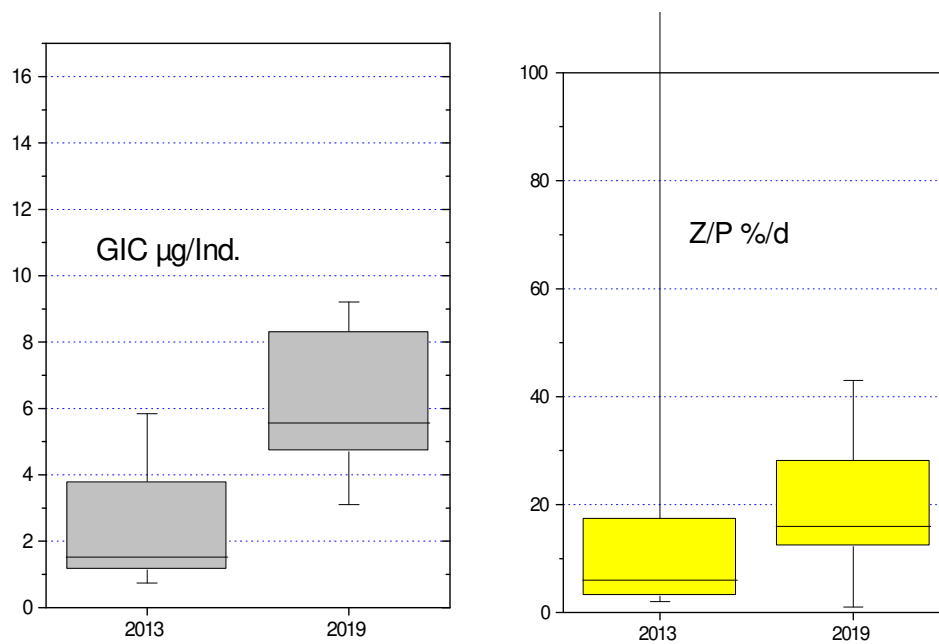


Abb. 62: Entwicklung des GIC (**links**) sowie des Z/P (**rechts**) über die Untersuchungsjahre **2013 und 2019** im Vierer See. Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über jeweils den gesamten Untersuchungszeitraum jeweils im Jahr.

Im Jahr 2004 wurde noch als Besonderheit die Raubcladocere *Bythotrephes longimanus* nachgewiesen (ARP 2005), die 2013 und 2019 nicht in den Proben zu finden war.

6 Literatur

- Arp W. (2005a): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2004 – Teilbericht: 12 Seen des WRRL-Programms.- LANU Bericht: 1 – 72 + Anhang.
- Arp W. (2005b): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2004 – Teilbericht: Dobersdorfer See und Gr. Plöner See.- LANU Bericht: 1 – 30 + Anhang.
- Arp, W. & Deneke, R. (2006): Untersuchungen zum Phyto- und Zooplankton schleswig-holsteinischer Seen 2005 gemäß der EU WRRL.- Bericht für das Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein: 1 – 201.
- Arp W. & Deneke R. (2007): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2006.- Bericht für das Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein: 1 – 201.
- Arp, W., Kasten, J. & Maier, G. (2010): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2009.- LLUR Bericht, 1 – 170 + Anhang.
- Arp, W., Kasten, J. & Maier, G. (2011): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2010.- LLUR Bericht, 1 – 183 + Anhang.
- Arp, W. & B. Koppelmeyer (2004): Die Burgunderblutalge *Planktothrix rubescens* in Schleswig-Holstein - Erste Untersuchungen an drei ausgewählten Seen.- Aus: Rücker, J. & B. Nixdorf (Hrsg.), 2004, Gewässerreport Nr. 8, BTUC-AR 3/2004, ISSN 1434-6834: 61 – 80.
- Arp, W. & B. Koppelmeyer (2005): Untersuchungen zum ganzjährigen Vorkommen der Burgunderblutalge *Planktothrix rubescens* in drei geschichteten Seen in Schleswig-Holstein.- Deutsche Gesellschaft für Limnologie. Tagungsbericht 2004 in Potsdam: 469 – 473.
- Arp, W. & Maier, G. (2009): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2008.- LLUR Bericht, 1 – 166 + Anhang.
- Arp, W. & Maier, G. (2012): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2011.- LLUR Bericht, 1 – 171 + Anhang.
- Arp, W., Maier, G. & U. Michels (2013): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2012.- LLUR Bericht, 1 – 155 + Anhang.
- Arp, W., Maier, G. & U. Michels (2014): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2013.- LLUR Bericht, 1 – 161 + Anhang.
- Arp, W., Maier, G. & U. Michels (2015): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2014.- LLUR Bericht, 1 – 200 + Anhang.
- Arp, W. & Maier, G. (2016): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2015, Los 1.- LLUR Bericht, 1 – 103 + Anhang.
- Arp, W. & Maier, G. (2017): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2016, Los 1.- LLUR Bericht, 1 – 107 + Anhang.

- Arp, W. & Maier, G. (2018): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2017, Los 1.- LLUR Bericht, 1 – 121 + Anhang.
- Arp, W. & Maier, G. (2019): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2018, Los 1.- LLUR Bericht, 1 – 145 + Anhang.
- ATT (1998): Erfassung und Bewertung von Planktonorganismen.- AG Trinkwassertalsperren e.V. Arbeitskreis Biologie, ATT Techn. Inf. Nr. 7: 1 – 150.
- biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH (2020): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos für WRRL und FFH-RL in schleswig-holsteinischen Seen, 2019. Los 3 - Endbericht 2019 im Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume. Kiel. P 90 + 1 CD.
- Bottrell H.H., Duncan A., Gliwicz Z.M., Grygierek E., Herzig A., Hillbricht-Ilkowska A., Kurasawa H., Larsson P. & Weglenska T. (1976): A review of some problems in zooplankton production studies. Norwegian Journal of Zoology 24: 419-456.
- Cummins K.W., Costa R.R., Rowe R.E., Moshiri G.A. Scanlon R.M. & Zajdel K. (1969): Ecological energetics of a natural population of the predaceous zooplankter *Leptodora kindtii* Focke (Cladocera). Oikos 20: 189-220.
- Deneke, R., Maier G. & Mischke U. (2015): Das PhytoLoss-Verfahren. – Ausführliche Verfahrensvorschrift, Berlin: 1 – 130.
- DIN EN 16695 (2015): Wasserbeschaffenheit- Anleitung zur Abschätzung des Phytoplankton-Biovolumens, Deutsche Fassung EN 16695:2015, 15 S. + Anhänge.
- Dumont H.J., van de Velde I. & Dumont S. (1975): The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from the plankton, periphyton and benthos of continental waters. Oecologia 19: 75-97.
- Gannon J.E. & Stemberger R.S. (1978): Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality. Trans. Amer. Micros. Soc. 97: 16-35.
- Garton D.W. & Berg D.J. (1990): Occurrence of *Bythotrephes cederstroemi* (Schoedler 1877) in Lake Superior, with evidence of demographic variation within the Great Lakes. J. Great Lakes Res. 16: 148-152.
- Geller W. & Müller H. (1981): The filtration apparatus of Cladocera: Filter mesh-sizes and their implication on food selectivity. Oecologia 49: 316-321.
- Gliwicz Z.M. (1969): Studies on the feeding of pelagic zooplankton in lakes with varying trophy. Ecol. Pol. 17: 663-707.
- Hakkari, L. (1978): On the productivity and ecology of zooplankton and its role as food for fish in some lakes in central Finland. Biol. Res. Rep. Univ. Jyväskylä 4: 3-87
- Heinzel, K. & M. Unger (2019): Monitoring der Qualitätskomponenten Makrophyten und Phytobenthos 2018 - Vegetation des Bordesholmer Sees, des Dobersdorfer Sees, des Einfelder Sees, des Hemmelsdorfer Sees, des Hohner Sees, des Tresdorfer Sees und des Wardersees (Krems II).- Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume: 1 – 77 + Anhang.

- Hofeneder, H. (1930): Über die animalische Ernährung von *Ceratium hirundinella* O.F. Müller und über die Rolle des Kernes bei dieser Zellfunktion.- Arch. Protistenk. 71: 59 – 78.
- Hussner, A., E.M. Gross, K. van de Weyer & S. Hilt (2014): Handlungsempfehlung zur Abschätzung der Chancen einer Wiederbesiedlung von Wasserpflanzen bei der Restaurierung von Flachseen Deutschlands. DGL-Arbeitshilfe 1-2014, Arbeitskreis Flachseen der DGL e.V.- DGL e.V.: 1 – 75.
- Ibelings, B.W., L.R. Mur & A.W. Walsby (1991): Diurnal changes in buoyancy and vertical distribution in populations of *Microcystis* in two shallow lakes.- J. Plankton Res. 13 (2): 419 - 436
- Jeppesen E., Jensen J.P., Søndergaard M. Lauridsen T, Pedersen L.J. & Jensen L. (1997): Top-down control in freshwater lakes: the role of nutrient state, submerged macrophytes and water depth. Hydrobiologia 342/343: 151-164.
- Jones, R.I. & V. Ilmavirta (1988): Flagellates in freshwater ecosystems - Concluding remarks.- Hydrobiologia, 161: 271-274.
- Karabin A. (1983): Ecological characteristics of lakes in North-Eastern Poland versus their trophic gradient. VII. Variations in the quantitative and qualitative structure of the pelagic zooplankton (Rotatoria and crustacean) in 42 lakes. Ekol. Pol. 31: 383-409.
- Kolzau, S. (2017): Phytoplankton nitrogen and phosphorus limitation and the N₂-fixation potential of Nostocales at varying nitrogen supplies and light intensities in lakes.- Diss. an der Technischen Universität Cottbus-Senftenberg: 1 – 73 + Anhang.
- Kolzau, S., J. Rücker, J. Köhler & A. M. Dolman (2014): Seasonal Patterns of Nitrogen and Phosphorus Limitation in Four German Lakes and the Predictability of Limitation Status from Ambient Nutrient Concentrations.- PLoS ONE, Vol 9 Issue 4 e96065
- Lampert W. & Schober U. (1980): The importance of “threshold” food concentrations. Am. Soc. Limnol. Oceanogr. Spec. Symp. 3: 264-267.
- Lampert W. (1988): The relative importance of food limitation and predation in the seasonal cycle of two *Daphnia* Species. Verh. Internat. Verein. Limnol. 23: 713-718.
- LANU (1997): Seenkurzprogramm 1994: Borgdorfer See, Gr. Pönitzer See, Grebener See, Stocksee, Suhrer See, Vierer See.- Bericht des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein: 1 – 133.
- LANU (1999): Wardersee: Zustand und Belastungsquellen Wardersee.- Bericht des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein: 1 – 111.
- LANU (2001): Seenkurzprogramm 1998: Bordesholmer See, Bültsee, Gammellunder See, Owschlager See, Schüldorfer See, Winderatter See, Wittensee.- Bericht des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein: 1 – 165.
- LANU (2002): Seenkurzprogramm 1999/2000: Einfelder See, Garrensee, Holzsee, Kleiner Pönitzer See, Schierensee (Grebner), Trammer See, Tresdorfer See, Wielener See.- Bericht des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein: 1 – 211.

- LAWA (2014). Trophieklassifikation von Seen. Richtlinie zur Ermittlung des Trophie-Index nach LAWA für natürliche Seen, Baggerseen, Talsperren und Speicherseen. Stand: 2014. - LAWA, Kiel: 34 S.
- Mäemets, A. (1983): Rotifers as indicators of lake types in Estonia. *Hydrobiologia* 104, 357-361
- Maier G. (1996): Copepod communities in lakes of varying trophic degree. *Arch. Hydrobiol.* 136: 455-465.
- Maier G. (2007): Basisuntersuchungen zum Thema: Standardisierung von Zooplankton- Probenahme und Auswertung. Bericht LUBW: 104 pp.
- Maier, G. & Stich, B. (2012) Projekt Zooplankton –Länge, Volumen, Masse - Bericht der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Institut für Seenforschung (ISF). 37 pp.
- MATHES, J., G. PLAMBECK & J. SCHAUMBURG (2005): Die Typisierung der Seen in Deutschland zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie.- *Limnologie aktuell* Band 11: Typologie, Bewertung und Management von Oberflächengewässern, Stand der Forschung zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: 28 – 120.
- McCauley E. (1984): The estimation of the abundance and biomass of zooplankton in samples. In: A manual methods for the assessment of secondary productivity in fresh waters (eds. Downing J.A. & Rigler F.H.). IBP Handbook 17. Blackwell Scientific Publications. Oxford, London, Edinburgh, Boston, Melbourne, pp. 228-265.
- Mischke, U., Riedmüller, U., Hoehn, E. & B. Nixdorf (2008): Praxistest zur Bewertung von Seen anhand des Phytoplanktons gemäß EU-WRRL. Endbericht zum LAWA-Projekt (O 5.05). In: Mischke, U. & B. Nixdorf (2008): Gewässerreport (Nr. 10): Bewertung von Seen mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie, BTUC-AR 2/2008, ISBN 978-3-940471-06-2: 7 - 115.
- Mischke, U., Böhmer J., Riedmüller U., Deneke, R. & Hoehn E. (06.03.2015 online): "Auswertungsprogramm PhytoSee 6.0 und Phytoloss 1.2 für die Bewertung von Seen einschließlich Talsperren, Baggerseen und sauren Tagebauseen und Zooplankton-Indizes.“.- Download unter: http://www.gewaesser-bewertung.de/index.php?article_id=163&clang=0
- Mischke, U., Riedmüller, U., Hoehn, E., Deneke, R., Nixdorf, B. (2015): „Handbuch für die Seenbewertung mittels Plankton – Phyto-See-Index (Teil A) und PhytoLoss-Modul Zooplankton (Teil B). S. 1-143.
- Mischke, U., Riedmüller, U., Hoehn, E., Nixdorf, B. (2017): Handbuch Phyto-See-Index - Verfahrensbeschreibung für die Bewertung von Seen mittels Phytoplankton. Im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms "Wasser, Boden und Abfall". Stand 15. Dezember 2017: 1 – 86.
- Nixdorf, B., M. Hemm, A. Hoffmann & P. Richter (2001) Dokumentation von Zustand und Entwicklung der wichtigsten Seen Deutschlands, Teil 1 Schl. Holstein.- Abschlussbericht F&E Vorhaben FKZ 299 24 274. Im Auftrag des UBA.
- Nixdorf, B., E. Hoehn U. Mischke, U. Riedmüller, J. Rücker & I. Schönfelder (2006): Leitbildorientierte Bewertung von Seen anhand der Teilkomponente Phytoplankton im Rahmen der Umsetzung der EU-WRRL – Endbericht zum LAWA-Projekt, Bad Saarow im März 2006: 1 – 190.

- Nixdorf, B., Hoehn, E., Mischke, U., Rücker, J., Schönfelder, I. & M. Bahnwart (2008): Anforderungen an Probenahme und Analyse der Phytoplanktonbiozönosen in Seen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL. In: Mischke, U. & B. Nixdorf (2008): Gewässerreport (Nr. 10): Bewertung von Seen mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie, BTUC-AR 2/2008, ISBN 978-3-940471-06-2: 147 - 184.
- Nixdorf, B., Hoehn, E., Riedmüller, U., Mischke, U. & I. Schönfelder (2010): Probenahme und Analyse des Phytoplanktons in Seen und Flüssen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL. Handbuch Angewandte Limnologie – Methodische Grundlagen. III-4.3.1. Erg. Lfg. 4/10: 1-24.
- Padisak, J. & R. Adrian (1999): Biovolumen.- In W. v. Tümpling & G. Friedrich (Hrsg.) (1999): Biologische Gewässeruntersuchung. Methoden der biologischen Wasseruntersuchung, Band 2. - G. Fischer Verlag Jena: 1 – 545.
- Padisak, L.O. Crossetti & L. Naselli-Flores (2009): Use and misuse in the application of the phytoplankton functional: a critical review with updates.- *Hydrobiologia* 621: 1-19.
- Pauli, H.-R. (1989): A new method to estimate individual dry weights of rotifers. - *Hydrobiologia* 186/187: 355-361.
- Radwan, S. (1976): Planctonic Rotifers as indicators of lake trophic. *Ann. Univ. ;. Curie-Sklodowska Lublin* 31: 227-235
- Reynolds, C.S. (1984a): Phytoplankton periodicity: the interactions of form, function and environmental variability.- *Freshwater Biology* 14: 111 - 142.
- Reynolds, C.S. (1984b): The ecology of freshwater phytoplankton.- Cambridge University Press.
- Reynolds, C.S. (1997): Vegetation processes in the pelagial: A model for ecosystem theory.- *Excellence in Ecology*, No. 9. Ecological Institute in Oldendorf/Luhe: 1 – 370.
- Reynolds, C.S. (2006): Ecology of phytoplankton.- Cambridge University Press: 1 - 535.
- Reynolds, C.S., V. Huszar, C. Kruk, L. Naselli-Flores & S. Melo (2002): Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton.- *J. of Plankton research*, Vol. 24 (5): 417 – 428.
- Reynolds, C.S. & A.E. Walsby (1975): Water blooms.- *Biological reviews* 50: 437 – 481.
- Reynolds, C.S. & E.G. Bellinger (1992): Patterns of abundance and dominance of the phytoplankton of Rostherne Mere, England: evidence from a 18-year data set.- *Aquatic Science* 54: 10 - 36
- Riedmüller, U., E. Hoehn & U. Mischke (2014). Trophieklassifikation von Seen. Richtlinie zur Ermittlung des Trophie-Index nach LAWA für natürliche Seen, Baggerseen, Talsperren und Speicherseen. Stand: 2014. - LAWA, Kiel: 34 S.
- Rücker, J. (2010): Bottom up – how changes in trophic status influence cyanobacterial and toxin composition.- Vortrag auf Final symposium des NOSTOTOX-Projektes am 5.7. 2010 in Berlin (Veranstaltung des IGB Berlin).
- Ruttner-Kolisko, A. (1977): Suggestion for biomass calculation of plankton rotifers. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*: 71 – 76.

- Shatwell, T. & J. Köhler (2018): Decreased nitrogen loading controls summer cyanobacterial blooms without promoting nitrogen-fixing taxa: Long-term response of a shallow lake.- *Limnol. Oceanogr.* 00, 2018, 1–13.
- Schernewski, G., V. Podsetchin & T. Huttula (2005): Effects of the flow field on small scale phytoplankton patchiness.- *Nordic Hydrology* Vol 36 No 1: 1–14.
- Schlegel, I. (1998): On the occurrence of *Phacotus lenticularis* (Chlorophyta) in lakes of different trophic state.- *Hydrobiologia* 369/370: 353-361.
- Schönfelder, I. 2004: Anwendung und Validierung von Indizes zur Bewertung von Seen gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie auf der Basis von Kieselalgen aus dem Profundal Schleswig-Holsteinischer Seen. Unveröffentlichte Studie im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, 1-35 + Anhang.
- Schönfelder, I. 2006: Anpassung des Bewertungsmoduls Diatomeenindex DI-PROF auf die Subtypen der Seen in Schleswig-Holstein. Unveröffentlichte Studie im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, 1-41.
- Stemberger R. (1979): A guide to rotifers of the Laurentian Great Lakes. U.S. EPA publication: EPA/600/4-79-021. Washington DC., 185 pp.
- Stich, B., Maier, G. & A. Hoppe (2010) Projekt Zooplankton - Probenahme - Bericht der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Institut für Seenforschung (ISF). 35 pp.
- Stich, B. & Maier, G. (2012) Projekt Zooplankton – Zählen, Bestimmen, Auswerten - Bericht der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Institut für Seenforschung (ISF). 33 pp.
- 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.- Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, P278 + Anhang + 1 CD
- TGL (1982): Fachbereichsstandard. Nutzung und Schutz der Gewässer, stehende Binnengewässer; Klassifizierung. TGL 27885/01.- Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft d. DDR, Berlin: 1 – 16.
- Tümping v. W. & Friedrich G. (1999): Methoden der Biologischen Wasseruntersuchung; Bd. 2, Biologische Gewässeruntersuchung. Gustav Fischer, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm: 541 pp.

7 Bestimmungsliteratur

Phytoplankton

- Anagnostidis, K. & J. Komárek (1985): Modern approach to the classification system of cyanophytes - 1 - Introduction.- Archiv für Hydrobiologie Supplement 71 (1/2): 291 - 302.
- Anagnostidis, K. & J. Komárek (1988): Modern approach to the classification system of cyanophytes - 3 - Oscillatoriales.- Archiv für Hydrobiologie Supplement 80 (1-4): 327 - 472.
- Bourrelly, P. (1972): Les Algues vertes.- Éditions N. Boubée & Cie. Paris : 1 - 569.
- Ettl, H. (1983): Xanthophyceae, Teil 1.- Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 3. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, New York: 1 - 515.
- Ettl, H. (1983): Chlorophyta I - Phytomonadina.- Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 9. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, New York: 1 - 530.
- Förster, K. (1982): Conjugatophyceae - Zygnematales und Desmidiaceae (excl. Zygnemataceae).- E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller). Stuttgart, Germany: 1 - 543.
- Geitler, L. (1932): Cyanophyceen.- Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 2. Auflage. Akademische Verlagsgesellschaft m.b.H. Leipzig: 1 - 1179.
- Huber-Pestalozzi, G. & Fott, B. (1968): Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie - 3. Teil: Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae.- E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 2. Auflage.
- John, D. M., B.A. Whitton, & A.J. Brook (2003) :The freshwater algal flora of the British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae.- University Press, Cambridge. Cambridge: 1 - 702
- Kadlubowska, J.Z. (1984): Conjugatophyceae I – Chlorophyta VIII, Zygnematales.- Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 16. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, New York: 1 - 532.
- Kasten, J. (2002): Die Dynamik der Phytoplanktongemeinschaften einer saisonal überfluteten Fluß-Auern-Landschaft (Unteres Odertal – Brandenburg).- Dissertation an der Freien Universität Berlin. Lehmanns Fachbuchhandlung Berlin (ISBN 3-936427-00-3): 1 – 255.
- Komárek, J. & B. Fott (1983): Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller). Stuttgart, Germany.
- Komárek, J. & K. Anagnostidis (1998): Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales.- Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 19/1. Gustav Fischer Verlag. Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm: 1 - 548.
- Komárek, J. (1999): Übersicht der planktischen Blaualgen im Einzugsgebiet der Elbe.- Internationale Kommission zum Schutz der Elbe. Magdeburg: 1 – 54 + Anhang.
- Komárek, J. & K. Anagnostidis (2005): Cyanoprokaryota 1. Teil: Oscillatoriales - Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 19/2. Elsevier GmbH, München: 1 - 759.

- Komárek, J. (2013): Cyanoprokaryota 3. Teil/Part3: Heterocytous Genera - Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 19/3. Elsevier GmbH, München: 1 – 1130.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot (1986): Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae.- Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York: 1 - 876.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot (1988): Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae.- Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York: 1 - 596.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot (1991): Bacillariophyceae 4. Teil: Acanthaceae. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena: 1 – 437.
- Krammer, K. & H. Lange-Bertalot (1991): Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena: 1 - 576.
- Krienitz, L. (1990): Coccale Grünalgen der mittleren Elbe. Limnologica 21 (1): 165 – 231.
- Lenzenweger, R. (1996): Desmidiaceenflora von Österreich, Teil 1.- Bibliotheca Phycologia, Bd. 101. J. Cramer in der Gebrüder Bornträger Verlagsbuchhandlung Berlin, Stuttgart: 1 – 162.
- Lenzenweger, R. (1997): Desmidiaceenflora von Österreich, Teil 2.- Bibliotheca Phycologia, Bd. 102. J. Cramer in der Gebrüder Bornträger Verlagsbuchhandlung Berlin, Stuttgart: 1 – 216.
- Lenzenweger, R. (1999): Desmidiaceenflora von Österreich, Teil 3.- Bibliotheca Phycologia, Bd. 104. J. Cramer in der Gebrüder Bornträger Verlagsbuchhandlung Berlin, Stuttgart: 1 – 218.
- Meffert, M.-E. & H.-J. Krambeck (1977): Planktonic blue-green algae of the *Oscillatoria redekei* group.- Archiv für Hydrobiologie 79(2): 149 – 171.
- Meffert, M.-E., R. Oberhäuser, & J. Overbeck (1981): Morphology and Taxonomy of *Oscillatoria redekei* (Cyanophyta).- British phycological Journal 16: 107 – 114.
- Meffert, M.-E. (1988): *Limnothrix* MEFFERT nov. gen. Archiv für Hydrobiologie Supplement 80 (1-4): 269 – 276.
- Popovský, J. & L.A. Pfister (1990): Dinophyceae.- Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 6. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena: 1 - 272.
- Starmach, K. (1985): Chrysophyceae und Haptophyceae.- Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York: 1 - 515.

Zooplankton

- Benzie, J. A. H., 2005. Cladocera: The Genus *Daphnia* (including *Daphniopsis*) (Anomopoda: Daphniidae). In H. J. F. Dumont (Co-Ed.), Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. Vol. 21. Backhuys Publishers, Leiden: 376 pp.
- H. Bick, G. Breitig, Th. Grospietsch, Ch. Holmquist, H. Löffler, E. Reisinger, A. Ruttner-Kolisko, O. A. Sæther & J. Schwoerbel, 1972. Das Zooplankton der Binnengewässer, 1. Teil. In H.-J. Elster & W. Ohle, Die Binnengewässer. Vol. 26/1. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 286-291.

- Einsle, U., 1993. Crustacea. Copepoda. Calanoida und Cyclopoida. In J. Schwoerbel & P. Zwick (Hrsg.), Süßwasserfauna von Mitteleuropa. Bd. 8/4-1. G. Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York: 208 pp.
- Einsle, U., 1996. Copepoda: Cyclopoida. Genera Cyclops, Megacyclops, Acanthocyclops. In H. J. Dumont (Co.-Ed.), Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. Vol. 10. SPB Academic Publishing, Amsterdam: 82 pp.
- Flößner D., 1972. Kiemen- Blattfüßer, Branchiura Fischläuse, Branchiura. In: Dahl, TWD 60: 501 pp.
- Flößner, D., 2000. Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas. Backhuys Publishers, Leiden: 428 pp.
- Herbst H.V. (1976): Blattfußkrebse. In: Einführung in die Kleinlebewelt. Kosmos-Verlag Franckh-Stuttgart: 130 pp.
- Holmquist, Ch., 1972. V. Mysidacea. In H. Bick, G. Breitig, Th. Grospietsch, Ch. Holmquist, H. Löffler, E. Reisinger, A. Ruttner-Kolisko, O. A. Sæther & J. Schwoerbel. Das Zooplankton der Binnengewässer, 1. Teil. In H.-J. Elster & W. Ohle, Die Binnengewässer. Vol. 26/1. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 247-256.
- Kiefer F., 1973. Ruderfußkrebse. In: Einführung in die Kleinlebewelt. Kosmos-Verlag Franckh-Stuttgart: 99 pp.
- Kiefer F. & Fryer G., 1978. Copepoda. In: Das Zooplankton der Binnengewässer 2. Teil. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung; Nägele und Obermiller: 208 pp.
- Korovchinsky, N. M., 1992. Sididae and Holopediidae. (Crustacea: Daphniiformes). In H. J. Dumont (Co.-Ed.), Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. Vol. 3. SPB Academic Publishing, The Hague: 82 pp.
- Lieder, U., 1996. Crustacea. Cladocera/Bosminidae. In J. Schwoerbel & P. Zwick (Hrsg.), Süßwasserfauna von Mitteleuropa. Bd. 8/2-3. G. Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm: 80 pp.
- Nogrady, T. & H. Segers (Eds), 2002. Rotifera. Vol. 6: Asplanchnidae, Gastropodidae, Lindiidae, Microcodidae, Synchaetidae, Trochosphaeridae and Filinia. In H. J. Dumont (Co.-Ed.), Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. Vol. 18. Backhuys Publishers, Leiden: 264 pp.
- Nogrady, T., R. Pourriot & H. Segers, 1995. Rotifera. Volume 3: Notommatidae and Scaridiidae. In T. Nogrady (Ed.), Rotifera. In H. J. Dumont (Co.-Ed.), Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. Vol. 8. SPB Academic Publishing, Amsterdam: 248 pp.
- Orlova-Bienkowskaja, M. Y., 2001. Cladocera: Anomopoda. Daphniidae: genus Simocephalus. In H. J. Dumont (Co.-Ed.), Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. Backhuys Publishers, Vol. 17. Leiden: 130 pp.
- Pontin, R. M., 1978. A key to the Freshwater Planktonic and semi-planktonic Rotifera of the British Isles. Scientific Publication. Vol. 38. Freshwater Biological Association: 178 pp.

- Ruttner-Kolisko, A., 1972. III. Rotatoria. In H. Bick, G. Breitig, Th. Grospietsch, Ch. Holmquist, H. Löffler, E. Reisinger, A. Ruttner-Kolisko, O. A. Sæther & J. Schwoerbel. Das Zooplankton der Binnengewässer, 1. Teil. In H.-J. Elster & W. Ohle, Die Binnengewässer. Vol. 26/1. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 99-234.
- Smirnov, N. N., 1996. Cladocera: the Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the World. In H. J. F. Dumont (Co.-Ed.), Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. Vol. 11. SPB Academic Publishing, Amsterdam: 197 pp.
- Voigt, M. & W. Koste, 1978a. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Überordnung Monogononta. Bd. I, Textband. 2. Aufl. Gebrüder Bornträger, Berlin, Stuttgart: 673 pp.
- Voigt, M. & W. Koste, 1978b. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Überordnung Monogononta. Bd. II, Tafelband. 2. Aufl. Gebrüder Bornträger, Berlin, Stuttgart: 234 T.

8 Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Kenndaten der 8 untersuchten Seen 2019, Los 1 (Datenquelle: LLUR). ..	10
Tab. 2:	Auflistung der 8 untersuchten Messstellen 2019 mit den See- und Messstellen-Nummern. (Quelle: LLUR). Die Seen sind alphabetisch geordnet.	10
Tab. 3:	Gewichtungsfaktoren zur Ermittlung des deutschen Phyto-Seen-Index (PSI) für natürliche Seen des Tieflands (MISCHKE et al. 2017, PhytoSee 7.0)... ..	17
Tab. 4:	Indexwerte und entsprechende Einstufung in ökologische Zustandsklassen für die Teilmetrics und den PSI	18
Tab. 5:	Jahresmittelwerte wichtiger limnologischer Parameter der See-Messstellen 2019, Los 1. *: Planktontyp nach MISCHKE & NIXDORF (2008).	20
Tab. 6:	Istzustand des DiProf und daraus resultierende ökolog. Zustandsklasse (Bewertung DiProf = Note) für 8 See-Messstellen in Schleswig-Holstein für das Jahr 2019, Los 1.	27
Tab. 7:	Gesamtbewertung (PSI ohne und mit DI-PROF) und mittlere Anzahl der Indikatorarten für 8 See-Messstellen in Schleswig-Holstein, Los 1, für das Jahr 2019 (Proben-Zeitraum März bis Nov.; Programmversion PhytoSee 7.0 (15.12.2017).- Sortierung nach dem Gewässernamen.....	28
Tab. 8:	Bewertung (PSI und Einzelmetrics) für 8 See-Messstellen in Schleswig-Holstein, Los 1, für das Jahr 2019 (Proben-Zeitraum März bis November; Programmversion PhytoSee 7.0 vom 15.12.2017).- Sortierung nach dem Gewässernamen.	29
Tab. 9:	Überblick über die mittels des Moduls PhytoLoss errechneten Indices für die Seen S.-H. 2019, Los 1- Sommersituation (24.06.-07.10.). Stark ausgeprägte niedrige Effektklassen in den Spalten von Z/P bis FQI sind braun hinterlegt, stark ausgeprägte, hohe Effektklassen hellblau. Beim FPI sind stark ausgeprägte hohe Effektklassen (hoher Fraßdruck durch Fische) rot hinterlegt, niedrige Effektklassen blau (die Bewertung mittels PSI ist angefügt).	30
Tab. 10:	Vergleich wichtiger limnologischer Parameter (Saisonsmittel) und Indices im Jahr 2019 im Vergleich zu früheren Jahren für den Behlendorfer See .-	38
Tab. 11:	Überblick über die mittels des Moduls PhytoLoss errechneten Indices für den Behlendorfer See 2004 (vor dem Abfischen und der Bentophosbehandlung) und von 2010 – 2017. Ausgeprägte, niedrige bzw. hohe Effektklassen sind rot bzw. blau markiert. Sommersituation.....	43

Tab. 12:	Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie 2019 im Vergleich mit früheren Jahren für den Bültsee .	49
Tab. 13:	Vergleich wichtiger Parameter (Saisonmittel) der Zeiträume 2005-2011 und 2012-2019 für den Dobersdorfer See.	59
Tab. 14:	Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2019 im Vergleich zu den letzten neun Jahren für den Dobersdorfer See .	60
Tab. 15:	Überblick über die mittels des Moduls PhytoLoss errechneten Indices für den Dobersdorfer See 2007 – 2019 (Daten nur aus der Sommersituation 24.6. – 7.10.). Ausgeprägte niedrige bzw. hohe Effektklassen sind rot bzw. blau markiert.	66
Tab. 16:	Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2019 im Vergleich zu früheren Jahren für den Garrensee .	73
Tab. 17:	Vergleich wichtiger Parameter (arithmetisches Jahresmittel) der Zeiträume 2005-2011 und 2012-2019 für den Gr. Plöner See.	82
Tab. 18:	Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2019 im Vergleich zu den letzten neun Jahren für den Gr. Plöner See, Südteil .	82
Tab. 19:	Überblick über die mittels des Moduls PhytoLoss errechneten Indices für den Großen Plöner See (Südteil) 2006 bis 2019. Ausgeprägte, niedrige bzw. hohe Effektklassen sind rot bzw. blau markiert. Das Jahr 2010 ist aufgrund des geringen Probenumfanges nicht mit den anderen Jahren vergleichbar, weshalb bisher keine Berechnung über PhytoLoss erfolgte. Die Indices beziehen sich im jeweiligen Jahr auf die Sommersituation (Ende Juni bis Anfang Oktober).	88
Tab. 20:	Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2019 im Vergleich zu früheren Jahren für den Ihlsee .	95
Tab. 21:	Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2019 im Vergleich zu früheren Jahren für den Pinnsee .	105
Tab. 22:	Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2019 im Vergleich zu früheren Jahren für den Vierer See .	114

9 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Reihung der 8 See-Messstellen 2019, Los 1, hinsichtlich des **Phytoplankton-Biovol.** (oben), **Chl.a** (Mitte), und **Gesamtphosphor (TP)** in 1 m Tiefe (unten), über den gesamten Untersuchungszeitraum 2019 (n=7) durch ein Kastendiagramm (Boxplot): Mediane (roter Querstrich), 25- und 75%-Perzentil (Kasten) und Min- und Max-Werte (Kreise), nach TP sortiert. 22
- Abb. 2: Anzahl der nachgewiesenen Taxa in den untersuchten Seen im Jahr 2019, Los 1. Seen-Reihenfolge in absteigender Taxazahl. 23
- Abb. 3: Durchschnittliche Abundanz-Anteile (**links**) sowie durchschnittliche Biomassen (Trockenmassen)-Anteile (**rechts**) der 4 taxonomischen Großgruppen: Mittelwert von allen 2019 untersuchten Seen, Los 1 (Mittel jeweils aller 7 Proben eines Sees). 24
- Abb. 4: Durchschnittliche Biomassen (Trockengewichte, Median mit 25- und 75%-Box-Whisker) in den untersuchten Seen 2019, Los 1 (Mittel jeweils aller 7 bzw. 9 Proben eines Sees). 24
- Abb. 5: Mediane der Trockenmassen (=TM, als Balken, linke Achse) mit Netzzuglängen (schwarze Linie in Meter, rechte Achse) in den untersuchten Seen 2019, Los 1 (Mittel jeweils aller 7 bzw. 9 Proben eines Sees). 25
- Abb. 6: Durchschnittlicher Cladoceren-Größenindex (GIC = mittlere Trockenmasse pro Cladoceren-Individuum) der untersuchten Seen 2019, Los 1; gesamter Messzeitraum; Mediane mit Box - Whisker (75 und 95 %).- 25
- Abb. 7: Durchschnittlicher Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse (Z/P) in den untersuchten Seen 2019, Los 1 (gesamter Messzeitraum) (Mediane mit 75 und 95 % Perzentilen). 26
- Abb. 8: Mittelwerte der PhytoLoss-Indizes für die über den PSI als sehr gut, gut und mäßig eingestuften Seen. Los 1; Jahr 2019. Berechnung erfolgte über die Sommerwerte (Durchschnitt der Werte zwischen dem 24.06. bis 07.10.). 31
- Abb. 9: Überblick über die mittels des Moduls PhytoLoss für die Sommersituation (24.06. bis 07.10.) errechneten Indices für 8 Seen (8 Messstellen) in S.-H. im Jahr 2019, Los 1, wobei die mittels PSI in der gleichen Kategorie klassifizierten Seen in einem Diagramm dargestellt wurden. **Oben links:** PSI sehr gut. **Unten links:** PSI gut. **Oben rechts:** PSI mäßig. 31
- Abb. 10: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Behlendorfer Sees im Jahr 2019. Oben: Absolute Biovolumina und Chlorophyll a. Unten: Prozentuale Anteile Biovolumen. 33

- Abb. 11: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons für den Behlendorfer See im Jahr 2019. Basis ist die Biomasse der gesamten Wassersäule an der tiefsten Stelle. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile.... 35
- Abb. 12: Wichtigste Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Behlendorfer See im Jahr 2019. **Sommersituation** (Ende Juni bis Anfang Oktober). ... 36
- Abb. 13: **Summenparameter im Langzeitvergleich** im Behlendorfer See 2010 – 2017 und 2019: Jahresmittel für Gesamtphosphor (TP) 1 m (**oben rechts**) und 13-14 m Tiefe (**unten rechts**), Phytoplankton-Biovolumen (**oben links**) und Chl.a (**unten links**).- Boxplot mit Median (Querstrich), 25- und 75%-Perzentile (Kasten) und Ausreißer (Vertikalstriche). 39
- Abb. 14: Entwicklung der Biomasse (Trockenmasse) des Zooplanktons (Einzelwerte **oben**, Box-Whisker-Graphik **unten**), jeweils für die Untersuchungsjahre **2010 – 2019** im Behlendorfer See. Box-Plots: Innerhalb des Jahres wird der gesamte Untersuchungszeitraum betrachtet. 41
- Abb. 15: Entwicklung des GIC ($\mu\text{g TM/Ind.}$) jeweils für die Untersuchungsjahre **2010 – 2019** im Behlendorfer See. Mediane und Box / Whisker (75 und 95 %). Innerhalb des Jahres wird der gesamte Untersuchungszeitraum betrachtet..... 42
- Abb. 16: Durchschnittlicher Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse (Z/P) im Behlendorfer See **2010 - 2019**. Mediane und Box/Whisker (75 und 95 %) über jeweils gesamten Untersuchungszeitraum innerhalb eines Jahres..... 42
- Abb. 17: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Bültsees Sees im Jahr 2019. Oben: Absolute Biovolumina und Chlorophyll a. Unten: Prozentuale Anteile Biovolumen. 45
- Abb. 18: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons für den Bültsee im Jahr 2019. Basis ist die Biomasse der gesamten Wassersäule an der tiefsten Stelle. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile. 47
- Abb. 19: Wichtigste Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Bültsee im Jahr 2019. **Sommersituation** (Ende Juni bis Anfang Oktober). 48
- Abb. 20: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Bültsees für die Jahre 2008, 2013 und 2019. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile. 50
- Abb. 21: Entwicklung der Biomasse (Trockenmasse) des Zooplanktons im Bültsee. Untersuchungsjahre 2008, 2013 und 2019. **Oben** = einzelne Monate; **unten** = Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über den jeweils im Jahr gesamten Untersuchungszeitraum. 51

- Abb. 22: Entwicklung des GIC (**links**) sowie des Z/P (**rechts**) über die Untersuchungsjahre **2008, 2013 und 2019** im Bültsee. Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über jeweils den gesamten Untersuchungszeitraum jeweils im Jahr. 52
- Abb. 23: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Dobersdorfer Sees im Jahr 2019. Oben: Absolute Biovolumina und Chlorophyll a. Unten: Prozentuale Anteile Biovolumen. 54
- Abb. 24: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons für den Dobersdorfer See im Jahr 2019. Basis ist die Biomasse der gesamten Wassersäule an der tiefsten Stelle. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile.... 57
- Abb. 25: Wichtigste Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Dobersdorfer See im Jahr 2019. **Sommersituation** (Ende Juni bis Anfang Oktober). ... 57
- Abb. 26: Trophie-Index (nach LAWA 2014) und PhytoSee-Index (PSI) im Vergleich 2005 bis 2019 für den Dobersdorfer See. 59
- Abb. 27: Summenparameter im Langzeitvergleich für den Dobersdorfer See 2005 – 2019. **Links**: Jahresmittel für Gesamtposphor (TP) (oben: 1m Tiefe, unten: 17-18 m Tiefe). **Rechts**: Algenbiomasse aus 0-6 m Tiefe (oben: Chl.a, unten: Phytoplankton-Biovolumen).- Boxplot mit Median (Querstrich), 25- und 75%-Perzentile (Kasten) und Ausreißer (Längsstrich). 61
- Abb. 28: Biomassen ausgewählter Algengruppen im Langzeitvergleich: Biomasse-Einzelwerte der Cyanobakterien (**oben**), feinfädiger Oscillatoriales (Untergruppe der Cyanobakterien) (**Mitte**) und Bacillariophyceen (**unten**) im **Dobersdorfer See 2005 – 2019** (jeweils Einzelwerte; n = 128; 7-9 Proben/Jahr).-..... 62
- Abb. 29: Entwicklung der Biomasse (Trockenmasse) des Zooplanktons (Einzelwerte **oben**, Box-Whisker-Graphik **unten**), für die Untersuchungsjahre 2008 – 2019 (**oben**) und 2005 – 2019 (unten) im Dobersdorfer See. Box-Plots: Gesamter Untersuchungszeitraum innerhalb jedes Jahres..... 64
- Abb. 30: Entwicklung des GICs (**links**) sowie des Z/P (**rechts**) über die Untersuchungsjahre **2005 – 2019** im Dobersdorfer See. Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über jeweils im gesamten Untersuchungszeitraum. 65
- Abb. 31: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Garrensees im Jahr 2019. Oben: Absolute Biovolumina und Chl a. Unten: Prozentuale Anteile Biovolumen. 68

- Abb. 32: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons für den Garrensee im Jahr 2019. Basis ist die Biomasse der gesamten Wassersäule an der tiefsten Stelle. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile. 71
- Abb. 33: Wichtigste Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Garrensee im Jahr 2019. **Sommersituation** (Ende Juni bis Anfang Oktober). 71
- Abb. 34: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Garrensees für die Jahre 2008, 2009, 2013 und 2019. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile. 73
- Abb. 35: Entwicklung der Biomasse (Trockenmasse) des Zooplanktons im Garrensee über 4 Jahre. **Oben** = einzelne Monate; **unten** = Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über den jeweils im Jahr gesamten Untersuchungszeitraum. 74
- Abb. 36: Entwicklung des GIC (**links**) sowie des Z/P (**rechts**) über die Untersuchungsjahre **2008 – 2019** im Garrensee. Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über jeweils den gesamten Untersuchungszeitraum jeweils im Jahr. 75
- Abb. 37: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Gr. Plöner Sees, Südteil, im Jahr 2019. Oben: Absolute Biovolumina und Chlorophyll a. Unten: Prozentuale Anteile Biovolumen. 77
- Abb. 38: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons für den Gr. Plöner See im Jahr 2019. Basis ist die Biomasse der gesamten Wassersäule an der tiefsten Stelle. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile.... 79
- Abb. 39: Wichtigste Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Großen Plöner See (Messstelle Süd) im Jahr 2019. **Sommersituation** (Ende Juni bis Anfang Oktober). 80
- Abb. 40: Trophie-Index (nach LAWA 2014)) und PhytoSee-Index (PSI) im Vergleich 2005 bis 2019 für den Gr. Plöner See, Südteil. 81
- Abb. 41: Summenparameter im Langzeitvergleich für den Gr. Plöner See, Südteil, 2005 – 2019. **Unten**: Jahresmittel für Gesamthosphor (TP) in 1m Tiefe. **Oben**: Algenbiomasse aus der euphotischen bzw. durchmischten Zone, links: Phytopl.-Biovolumen, rechts: Chl.a.- 84
- Abb. 42: Schalenansammlungen von Dreikantmuscheln (*Dreissena* spp.) im Bereich des Ascheberger Beckens im Frühsommer 2018 (Foto MAIER). 85
- Abb. 43: Entwicklung der Biomasse (Trockenmasse) des Zooplanktons im Großen Plöner See, Südteil (**oben**: Jahre 2008 bis 2019, **unten**: Jahre 2005 bis 2019).

- Oben = einzelne Monate; unten = Mediane mit Box Whisker (75 und 95%)
über den jeweils im Jahr gesamten Untersuchungszeitraum. 86
- Abb. 44: Entwicklung des GIC (**links**) sowie des Z/P (**rechts**) über die
Untersuchungsjahre **2005 – 2019** im Großer Plöner See, Südteil. Mediane
mit Box Whisker (75 und 95%) über jeweils den gesamten
Untersuchungszeitraum jeweils im Jahr. 87
- Abb. 45: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Ihlsees im Jahr
2019. Oben: Absolute Biovolumina und Chlorophyll a. Unten: Prozentuale
Anteile Biovolumen..... 90
- Abb. 46: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons für den Ihlsee im Jahr 2019.
Basis ist die Biomasse der gesamten Wassersäule an der tiefsten Stelle. Oben:
Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile. 93
- Abb. 47: Wichtigste Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische
/ Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Ihlsee im Jahr
2019. **Sommersituation** (Ende Juni bis Anfang Oktober)..... 93
- Abb. 48: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Ihlsees für die
Jahre 2008, 2013 und 2019. Oben: Absolute Biovolumina. Unten:
Prozentuale Anteile. 95
- Abb. 49: Entwicklung der Biomasse (Trockenmasse) des Zooplanktons im Ihlsee
2008, 2013 und 2019 . **Oben** = einzelne Monate; **unten** = Mediane mit Box
Whisker (75 und 95%) über den jeweils im Jahr gesamten
Untersuchungszeitraum. 96
- Abb. 50: Entwicklung des GIC (**links**) sowie des Z/P (**rechts**) über die
Untersuchungsjahre **2008 – 2019** im Ihlsee. Mediane mit Box Whisker (75
und 95%) über jeweils den gesamten Untersuchungszeitraum jeweils im
Jahr. 97
- Abb. 51: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Pinnsees im
Jahr 2019. Oben: Absolute Biovolumina und Chlorophyll a. Unten:
Prozentuale Anteile Biovolumen. 99
- Abb. 52: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons für den Pinnsee im Jahr 2019.
Basis ist die Biomasse der gesamten Wassersäule an der tiefsten Stelle. Oben:
Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile. 101
- Abb. 53: Wichtigste Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische
/ Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Pinnsee im
Jahr 2019. **Sommersituation** (Ende Juni bis Anfang Oktober). 102

- Abb. 54: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Pinnsees für die Jahre 2004, 2013 und 2019. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile. 105
- Abb. 55: Langzeitliche Entwicklung der Biomasse (Trockenmasse) des Zooplanktons im Pinnsee. Oben = einzelne Monate; unten = Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über den jeweils im Jahr gesamten Untersuchungszeitraum. 107
- Abb. 56: Entwicklung des GIC (**links**) sowie des Z/P (**rechts**) über die Untersuchungsjahre **2005 – 2019** im Pinnsee. Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über den gesamten Untersuchungszeitraum jeweils im Jahr.. 108
- Abb. 57: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Vierer Sees im Jahr 2019. Oben: Absolute Biovolumina und Chlorophyll a. Unten: Prozentuale Anteile Biovolumen. 110
- Abb. 58: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons für den Vierer See im Jahr 2019. Basis ist die Biomasse der gesamten Wassersäule an der tiefsten Stelle. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile. 113
- Abb. 59: Wichtigste Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Vierer See im Jahr 2019. **Sommersituation** (Ende Juni bis Anfang Oktober). 113
- Abb. 60: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Vierer Sees für die Jahre 2004, 2013 und 2019. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile. 115
- Abb. 61: Entwicklung der Biomasse (Trockenmasse) des Zooplanktons im Vierer See. Oben = einzelne Monate; unten = Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über den jeweils im Jahr gesamten Untersuchungszeitraum. 116
- Abb. 62: Entwicklung des GIC (**links**) sowie des Z/P (**rechts**) über die Untersuchungsjahre **2013 und 2019** im Vierer See. Mediane mit Box Whisker (75 und 95%) über jeweils den gesamten Untersuchungszeitraum jeweils im Jahr. 117

10 Anschriften der Verfasser

<i>LimPlan</i> Büro für Gewässer- und Landschaftsökologie Dr. Wolfgang Arp Otawistr. 19 13351 Berlin Tel. 030 450 274 18 Fax. 030 450 274 19 w.arp@limplan.de	Büro für Gewässerökologie apl. Prof. Dr. Gerhard Maier Brucknerstr. 23 89 250 Senden Tel. 07307 9550762 gmaier-senden@t-online.de
---	--

11 Anhang

11.1 Messstellen, Probenahmetermine und -tiefen der Phytopl.Proben

(2019, Los 1)

MS_NR	M_NAME1	DATUM	JAHR	TIEFE	MISCHPROBE
129027	Behlendorfer See, tiefste Stelle	13.03.2019	2019	6,00	JA
129027	Behlendorfer See, tiefste Stelle	23.04.2019	2019	9,00	JA
129027	Behlendorfer See, tiefste Stelle	28.05.2019	2019	9,75	JA
129027	Behlendorfer See, tiefste Stelle	10.07.2019	2019	7,00	JA
129027	Behlendorfer See, tiefste Stelle	13.08.2019	2019	8,00	JA
129027	Behlendorfer See, tiefste Stelle	18.09.2019	2019	7,00	JA
129027	Behlendorfer See, tiefste Stelle	17.10.2019	2019	8,00	JA
129004	Bültsee, tiefste Stelle	07.03.2019	2019	6,00	JA
129004	Bültsee, tiefste Stelle	10.04.2019	2019	6,00	JA
129004	Bültsee, tiefste Stelle	15.05.2019	2019	6,00	JA
129004	Bültsee, tiefste Stelle	20.06.2019	2019	6,00	JA
129004	Bültsee, tiefste Stelle	24.07.2019	2019	6,00	JA
129004	Bültsee, tiefste Stelle	28.08.2019	2019	6,00	JA
129004	Bültsee, tiefste Stelle	09.10.2019	2019	6,00	JA
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	19.03.2019	2019	6,00	JA
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	24.04.2019	2019	6,00	JA
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	22.05.2019	2019	6,00	JA
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	12.06.2019	2019	6,00	JA
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	11.07.2019	2019	6,00	JA
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	15.08.2019	2019	6,00	JA
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	17.09.2019	2019	6,00	JA
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	15.10.2019	2019	6,00	JA
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	14.11.2019	2019	6,00	JA
129002	Garrensee, tiefste Stelle	05.03.2019	2019	10,00	JA
129002	Garrensee, tiefste Stelle	08.04.2019	2019	7,00	JA
129002	Garrensee, tiefste Stelle	13.05.2019	2019	10,00	JA
129002	Garrensee, tiefste Stelle	18.06.2019	2019	10,00	JA
129002	Garrensee, tiefste Stelle	22.07.2019	2019	10,00	JA
129002	Garrensee, tiefste Stelle	26.08.2019	2019	7,00	JA
129002	Garrensee, tiefste Stelle	07.10.2019	2019	7,00	JA
129002	Garrensee, tiefste Stelle	13.11.2019	2019	10,00	JA
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	11.03.2019	2019	10,00	JA
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	25.04.2019	2019	10,00	JA
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	23.05.2019	2019	10,00	JA
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	11.06.2019	2019	10,00	JA
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	09.07.2019	2019	9,00	JA
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	14.08.2019	2019	10,00	JA
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	19.09.2019	2019	10,00	JA
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	16.10.2019	2019	10,00	JA
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	12.11.2019	2019	10,00	JA
129052	Ihlsee, tiefste Stelle	06.03.2019	2019	7,00	JA
129052	Ihlsee, tiefste Stelle	09.04.2019	2019	10,00	JA
129052	Ihlsee, tiefste Stelle	14.05.2019	2019	10,00	JA
129052	Ihlsee, tiefste Stelle	19.06.2019	2019	10,00	JA

MS_NR	M_NAME1	DATUM	JAHR	TIEFE	MISCHPROBE
129052	Ihlsee, tiefste Stelle	23.07.2019	2019	10,00	JA
129052	Ihlsee, tiefste Stelle	27.08.2019	2019	10,00	JA
129052	Ihlsee, tiefste Stelle	08.10.2019	2019	10,00	JA
129052	Ihlsee, tiefste Stelle	13.11.2019	2019	10,00	JA
130185	Neversdorfer See, westl. Becken	07.10.2019	2019	3,50	JA
129063	Pinnsee, tiefste Stelle	05.03.2019	2019	6,00	JA
129063	Pinnsee, tiefste Stelle	08.04.2019	2019	6,00	JA
129063	Pinnsee, tiefste Stelle	13.05.2019	2019	6,00	JA
129063	Pinnsee, tiefste Stelle	18.06.2019	2019	6,00	JA
129063	Pinnsee, tiefste Stelle	22.07.2019	2019	6,00	JA
129063	Pinnsee, tiefste Stelle	26.08.2019	2019	6,00	JA
129063	Pinnsee, tiefste Stelle	07.10.2019	2019	6,00	JA
129050	Vierer See ,tiefste Stelle	06.03.2019	2019	8,00	JA
129050	Vierer See ,tiefste Stelle	09.04.2019	2019	5,00	JA
129050	Vierer See ,tiefste Stelle	14.05.2019	2019	10,00	JA
129050	Vierer See ,tiefste Stelle	19.06.2019	2019	7,00	JA
129050	Vierer See ,tiefste Stelle	23.07.2019	2019	7,00	JA
129050	Vierer See ,tiefste Stelle	27.08.2019	2019	10,00	JA
129050	Vierer See ,tiefste Stelle	08.10.2019	2019	9,00	JA

11.2 Messstellen, Probenahmeterminale und -tiefen der Zoopl.Proben

2019, Los 1

MS-Nr	M_Name	Datum	Prob-Meth	Netzzuglänge
129027	Behlendorfer See, tiefste Stelle	13.03.2019	N	0-13 m
129027	Behlendorfer See, tiefste Stelle	23.04.2019	N	0-13 m
129027	Behlendorfer See, tiefste Stelle	28.05.2019	N	0-13 m
129027	Behlendorfer See, tiefste Stelle	10.07.2019	N	0-13 m
129027	Behlendorfer See, tiefste Stelle	13.08.2019	N	0-13 m
129027	Behlendorfer See, tiefste Stelle	18.09.2019	N	0-13 m
129027	Behlendorfer See, tiefste Stelle	17.10.2019	N	0-13 m
129004	Bültsee, tiefste Stelle	07.03.2019	N	0-12 m
129004	Bültsee, tiefste Stelle	10.04.2019	N	0-12 m
129004	Bültsee, tiefste Stelle	15.05.2019	N	0-12 m
129004	Bültsee, tiefste Stelle	20.06.2019	N	0-12 m
129004	Bültsee, tiefste Stelle	24.07.2019	N	0-11 m
129004	Bültsee, tiefste Stelle	28.08.2019	N	0-11 m
129004	Bültsee, tiefste Stelle	09.10.2019	N	0-11 m
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	19.03.2019	N	0-17 m
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	24.04.2019	N	0-17 m
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	22.05.2019	N	0-17 m
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	12.06.2019	N	0-17 m
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	11.07.2019	N	0-17 m

MS-Nr	M_Name	Datum	Prob-Meth	Netzzuglänge
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	15.08.2019	N	0-17 m
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	17.09.2019	N	0-17 m
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	15.10.2019	N	0-17 m
129009	Dobersdorfer See vor Schlesien, tiefste Stelle	14.11.2019	N	0-17 m
129002	Garrensee, tiefste Stelle	05.03.2019	N	0-21 m
129002	Garrensee, tiefste Stelle	08.04.2019	N	0-21 m
129002	Garrensee, tiefste Stelle	13.05.2019	N	0-21 m
129002	Garrensee, tiefste Stelle	18.06.2019	N	0-21 m
129002	Garrensee, tiefste Stelle	22.07.2019	N	0-21 m
129002	Garrensee, tiefste Stelle	26.08.2019	N	0-21 m
129002	Garrensee, tiefste Stelle	07.10.2019	N	0-21 m
129002	Garrensee, tiefste Stelle	13.11.2019	N	0-21 m
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	11.03.2019	N	0-30 m
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	25.04.2019	N	0-30 m
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	23.05.2019	N	0-30 m
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	11.06.2019	N	0-30 m
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	09.07.2019	N	0-30 m
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	14.08.2019	N	0-30 m
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	19.09.2019	N	0-30 m
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	16.10.2019	N	0-30 m
129102	Großer Plöner See, Südteil, tiefste Stelle	12.11.2019	N	0-30 m
129052	Ihlsee, tiefste Stelle	06.03.2019	N	0-20 m
129052	Ihlsee, tiefste Stelle	09.04.2019	N	0-19,5 m
129052	Ihlsee, tiefste Stelle	14.05.2019	N	0-19,5 m
129052	Ihlsee, tiefste Stelle	19.06.2019	N	0-19,5 m
129052	Ihlsee, tiefste Stelle	23.07.2019	N	0-19 m
129052	Ihlsee, tiefste Stelle	27.08.2019	N	0-19 m
129052	Ihlsee, tiefste Stelle	08.10.2019	N	0-19 m
129052	Ihlsee, tiefste Stelle	13.11.2019	N	0-19 m
129063	Pinnsee, tiefste Stelle	05.03.2019	N	0-6 m
129063	Pinnsee, tiefste Stelle	08.04.2019	N	0-6 m
129063	Pinnsee, tiefste Stelle	13.05.2019	N	0-6 m
129063	Pinnsee, tiefste Stelle	18.06.2019	N	0-6 m
129063	Pinnsee, tiefste Stelle	22.07.2019	N	0-6 m
129063	Pinnsee, tiefste Stelle	26.08.2019	N	0-6 m
129063	Pinnsee, tiefste Stelle	07.10.2019	N	0-6 m
129050	Vierer See ,tiefste Stelle	06.03.2019	N	0-17 m
129050	Vierer See ,tiefste Stelle	09.04.2019	N	0-17 m
129050	Vierer See ,tiefste Stelle	14.05.2019	N	0-17 m
129050	Vierer See ,tiefste Stelle	19.06.2019	N	0-17 m
129050	Vierer See ,tiefste Stelle	23.07.2019	N	0-17 m
129050	Vierer See ,tiefste Stelle	27.08.2019	N	0-17 m

MS-Nr	M_Name	Datum	Prob-Meth	Netzzuglänge
129050	Vierer See ,tiefste Stelle	08.10.2019	N	0-17 m

Abkürzungen: N = Netzzug, s = Schöpfproben

11.3 Artenlisten Phytoplankton incl. Pelagialdiatomeen (Seen 2019, Los 1)

(Seen 2019, Los 1) (Sortierung je See nach Großgruppen)

Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Behlendorfer See	72	6050	Asterionella formosa	Hassall	Bacillariophyceae
Behlendorfer See	247	6943	Cyclostephanos dubius	(Hustedt) Round	Bacillariophyceae
Behlendorfer See	3002	36000	Cyclotella balatonis	PANTOCSEK	Bacillariophyceae
Behlendorfer See	255	16099	Cyclotella delicatula	Hustedt	Bacillariophyceae
Behlendorfer See	261	6936	Cyclotella ocellata	Pantocsek	Bacillariophyceae
Behlendorfer See	262	26895	Discostella pseudostelligera	(Hustedt) Houk & Klee	Bacillariophyceae
Behlendorfer See	347	6161	Fragilaria	Lyngbye	Bacillariophyceae
Behlendorfer See	342	6075	Fragilaria crotonensis	Kitton	Bacillariophyceae
Behlendorfer See	349	6410	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	sensu Krammer & Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Behlendorfer See	723	6226	Stephanodiscus minutulus	(Kützing) Cleve & Moeller	Bacillariophyceae
Behlendorfer See	725	6796	Stephanodiscus neoastraea	Håkansson & B.Hickel	Bacillariophyceae
Behlendorfer See	829	6789	Zentrale Diatomeen 10-15µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Behlendorfer See	833	6789	Zentrale Diatomeen 15-20µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Behlendorfer See	834	6789	Zentrale Diatomeen 20-25µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Behlendorfer See	840	6789	Zentrale Diatomeen 5-10µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Behlendorfer See	50	7130	Ankyra lanceolata	(Korshikov) Fott	Chlorophyceae
Behlendorfer See	117	7021	Chlamydomonas	Ehrenberg	Chlorophyceae
Behlendorfer See	122	7207	Chlorella	Beijerinck	Chlorophyceae
Behlendorfer See	184	7214	Coelastrum reticulatum	(Dangeard) Senn	Chlorophyceae

Messtell.- Name	Taxon- ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Behlendorfer See	292	7836	Didymocystis bicellularis	(Chodat) Komárek	Chlorophyceae
Behlendorfer See	333		Eutetramorus/Sphaerocystis		Chlorophyceae
Behlendorfer See	1584	7920	Fotterella tetrachlorelloides	R.Buck	Chlorophyceae
Behlendorfer See	468	7245	Monoraphidium contortum	(Thuret) Komárková- Legnerová	Chlorophyceae
Behlendorfer See	471	7913	Monoraphidium komarkovae	Nygaard	Chlorophyceae
Behlendorfer See	517	7250	Oocystis	A.Braun	Chlorophyceae
Behlendorfer See	515	7871	Oocystis marssonii	Lemmermann	Chlorophyceae
Behlendorfer See	534	7055	Pediastrum boryanum	(Turpin) Meneghini	Chlorophyceae
Behlendorfer See	535	7056	Pediastrum duplex	Meyen	Chlorophyceae
Behlendorfer See	582	7898	Planktosphaeria gelatinosa	G.M.Smith	Chlorophyceae
Behlendorfer See	606	7897	Pseudosphaerocystis lacustris	(Lemmermann) Nováková	Chlorophyceae
Behlendorfer See	676	7892	Scenedesmus	Meyen	Chlorophyceae
Behlendorfer See	662	7062	Scenedesmus linearis	Komárek	Chlorophyceae
Behlendorfer See	669		Scenedesmus quadricauda	(Turpin) Brébisson sensu Chodat	Chlorophyceae
Behlendorfer See	748	7279	Tetraedron caudatum	(Corda) Hansgirg	Chlorophyceae
Behlendorfer See	751	7281	Tetraedron minimum	(A.Braun) Hansgirg	Chlorophyceae
Behlendorfer See	786	7022	Unbestimmte Chlorococcales	(Marchand) Pascher	Chlorophyceae
Behlendorfer See	817	17101	Willea wilhelmii	(Fott) Komárek	Chlorophyceae
Behlendorfer See	90	7584	Bitrichia chodatii	(Reverdin) Chodat	Chrysophyceae
Behlendorfer See	296	7925	Dinobryon bavaricum	Imhof	Chrysophyceae
Behlendorfer See	299	7937	Dinobryon divergens	Imhof	Chrysophyceae
Behlendorfer See	303	7884	Dinobryon sociale	Ehrenberg	Chrysophyceae
Behlendorfer See	443	7306	Mallomonas	Perty	Chrysophyceae
Behlendorfer See	161	7356	Closterium acutum var. variabile	(Lemmermann) Willi Krieger	Conjugatophyceae
Behlendorfer See	200	17162	Cosmarium depressum var. planctonicum	Reverdin	Conjugatophyceae

Messtell.- Name	Taxon- ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Behlendorfer See	712	7064	Staurastrum	Meyen ex Ralfs	Conjugatophyceae
Behlendorfer See	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Behlendorfer See	237	7032	Cryptomonas 35-40µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Behlendorfer See	220	7398	Cryptomonas curvata	Ehrenberg em. Penard	Cryptophyceae
Behlendorfer See	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Cryptophyceae
Behlendorfer See	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Behlendorfer See	627	7894	Rhodomonas lens	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Behlendorfer See	17	8072	Anabaena circinalis	Rabenhorst ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Behlendorfer See	19	8856	Anabaena crassa	(Lemmermann) Komárková- Legnerová & Cronberg	Cyanobacteria
Behlendorfer See	24	8855	Anabaena lemmermannii	P.G.Richter in Lemmermann	Cyanobacteria
Behlendorfer See	859	8853	Anabaena mendotae	Trelease	Cyanobacteria
Behlendorfer See	54	8031	Aphanizomenon flos-aquae	(Linnaeus) Ralfs ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Behlendorfer See	64	8873	Aphanocapsa	Nägeli	Cyanobacteria
Behlendorfer See	68	8100	Aphanothece	Nägeli	Cyanobacteria
Behlendorfer See	135	8113	Chroococcus minutus	(Kützing) Nägeli	Cyanobacteria
Behlendorfer See	187	8115	Coelosphaerium kuetzingianum	Nägeli	Cyanobacteria
Behlendorfer See	246	8835	Cyanodictyon	Pascher	Cyanobacteria
Behlendorfer See	1590	8175	Geitlerinema splendidum	(Greville ex Gomont) Anagn.	Cyanobacteria
Behlendorfer See	1624	8205	Limnothrix rosea	(Utermöhl) M.- E.Meffert	Cyanobacteria
Behlendorfer See	459	8024	Microcystis	Kützing ex Lemmermann	Cyanobacteria
Behlendorfer See	452	8153	Microcystis aeruginosa	Kützing	Cyanobacteria
Behlendorfer See	524	8011	Oscillatoria	Vaucher ex Gomont	Cyanobacteria
Behlendorfer See	587	8437	Planktothrix	Anagnostidis & Komárek	Cyanobacteria
Behlendorfer See	584	8438	Planktothrix agardhii	(Gomont) Anagnostidis & Komárek	Cyanobacteria

Messtell.- Name	Taxon- ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Behlendorfer See	596	8206	Pseudanabaena limnetica	(Lemmermann) Komárek	Cyanobacteria
Behlendorfer See	890	8173	Radiocystis geminata	Skuja	Cyanobacteria
Behlendorfer See	1052	8140	Spirulina	Turpin ex Gomont	Cyanobacteria
Behlendorfer See	821	8189	Woronichinia naegeliana	(Unger) Elenkin	Cyanobacteria
Behlendorfer See	104	7239	Ceratium hirundinella	(O.F.Müller) Dujardin	Dinophyceae
Behlendorfer See	385	17085	Gymnodinium uberrimum	(G.J.Allman) Kofoid & Swezy	Dinophyceae
Behlendorfer See	886	7511	Peridiniopsis	Lemmermann	Dinophyceae
Behlendorfer See	557	7077	Peridinium klein (<25µm)	Ehrenberg	Dinophyceae
Behlendorfer See	560	7258	Peridinium willei	Huitfeldt-Kaas	Dinophyceae
Behlendorfer See	326	7016	Euglena	Ehrenberg	Euglenophyceae
Behlendorfer See	143	7211	Chrysochromulina parva	Lackey	Haptophyceae
Behlendorfer See	311	7198	Elakatothrix gelatinosa	Wille	Ulvophyceae
Behlendorfer See	413	7713	Koliella longiseta	(Vischer) Hindák	Ulvophyceae
Bültsee	72	6050	Asterionella formosa	Hassall	Bacillariophyceae
Bültsee	347	6161	Fragilaria	Lyngbye	Bacillariophyceae
Bültsee	342	6075	Fragilaria crotonensis	Kitton	Bacillariophyceae
Bültsee	833	6789	Zentrale Diatomeen 15- 20µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Bültsee	840	6789	Zentrale Diatomeen 5-10µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Bültsee	50	7130	Ankyra lanceolata	(Korshikov) Fott	Chlorophyceae
Bültsee	117	7021	Chlamydomonas	Ehrenberg	Chlorophyceae
Bültsee	321	7570	Eudorina	Ehrenberg	Chlorophyceae
Bültsee	333		Eutetramorus/Sphaerocystis		Chlorophyceae
Bültsee	464	7071	Monoraphidium arcuatum	(Korshikov) Hindák	Chlorophyceae
Bültsee	468	7245	Monoraphidium contortum	(Thuret) Komárková- Legnerová	Chlorophyceae
Bültsee	471	7913	Monoraphidium komarkovae	Nygaard	Chlorophyceae

Messtell.- Name	Taxon- ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Bültsee	515	7871	Oocystis marssonii	Lemmermann	Chlorophyceae
Bültsee	534	7055	Pediastrum boryanum	(Turpin) Meneghini	Chlorophyceae
Bültsee	541	7058	Pediastrum tetras	(Ehrenberg) Ralfs	Chlorophyceae
Bültsee	606	7897	Pseudosphaerocystis lacustris	(Lemmermann) Nováková	Chlorophyceae
Bültsee	614	7339	Quadrigula pfitzeri	(Schröder) G.M.Smith	Chlorophyceae
Bültsee	676	7892	Scenedesmus	Meyen	Chlorophyceae
Bültsee	669	7010	Scenedesmus quadricauda	(Turpin) Brébisson sensu Chodat	Chlorophyceae
Bültsee	748	7279	Tetraedron caudatum	(Corda) Hansgirg	Chlorophyceae
Bültsee	751	7281	Tetraedron minimum	(A.Braun) Hansgirg	Chlorophyceae
Bültsee	812	7027	Volvox aureus	Ehrenberg	Chlorophyceae
Bültsee	817	17101	Willea wilhelmii	(Fott) Komárek	Chlorophyceae
Bültsee	296		Dinobryon bavaricum		Chrysophyceae
Bültsee	299	7937	Dinobryon divergens	Imhof	Chrysophyceae
Bültsee	303	7884	Dinobryon sociale	Ehrenberg	Chrysophyceae
Bültsee	438	7308	Mallomonas akrokomos	Ruttner in Pascher	Chrysophyceae
Bültsee	439	7149	Mallomonas caudata	Iwanoff em. Willi Krieger	Chrysophyceae
Bültsee	811	7290	Uroglena	Ehrenberg	Chrysophyceae
Bültsee	160	17153	Closterium acutum var. linea	(Perty) W. & G.S.West	Conjugatophyceae
Bültsee	161	7356	Closterium acutum var. variabile	(Lemmermann) Willi Krieger	Conjugatophyceae
Bültsee	168	7068	Closterium limneticum	Lemmermann	Conjugatophyceae
Bültsee	200	17162	Cosmarium depressum var. planctonicum	Reverdin	Conjugatophyceae
Bültsee	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Bültsee	237	7032	Cryptomonas 35-40µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Bültsee	220	7398	Cryptomonas curvata	Ehrenberg em. Penard	Cryptophyceae
Bültsee	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Cryptophyceae
Bültsee	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae

Messtell.- Name	Taxon- ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Bültsee	627	7894	Rhodomonas lens	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Bültsee	21	8032	Anabaena flos-aquae	Brébisson ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Bültsee	24	8855	Anabaena lemmermannii	P.G.Richter in Lemmermann	Cyanobacteria
Bültsee	25	8854	Anabaena macrospora	Klebahn	Cyanobacteria
Bültsee	64	8873	Aphanocapsa	Nägeli	Cyanobacteria
Bültsee	68	8100	Aphanothece	Nägeli	Cyanobacteria
Bültsee	187	8115	Coelosphaerium kuetzingianum	Nägeli	Cyanobacteria
Bültsee	246	8835	Cyanodictyon	Pascher	Cyanobacteria
Bültsee	365		Gloeotrichia echinulata	(J.E.Smith) P.G.Richter	Cyanobacteria
Bültsee	459	8024	Microcystis	Kützing ex Lemmermann	Cyanobacteria
Bültsee	452	8153	Microcystis aeruginosa	Kützing	Cyanobacteria
Bültsee	524	8011	Oscillatoria	Vaucher ex Gomont	Cyanobacteria
Bültsee	596	8206	Pseudanabaena limnetica	(Lemmermann) Komárek	Cyanobacteria
Bültsee	890	8173	Radiocystis geminata	Skuja	Cyanobacteria
Bültsee	821	8189	Woronichinia naegeliana	(Unger) Elenkin	Cyanobacteria
Bültsee	104	7239	Ceratium hirundinella	(O.F.Müller) Dujardin	Dinophyceae
Bültsee	390	7512	Gymnodinium	F.Stein	Dinophyceae
Bültsee	385	17085	Gymnodinium uberrimum	(G.J.Allman) Kofoid & Swezy	Dinophyceae
Bültsee	546	17300	Peridiniopsis polonicum	(Wołoszyńska) Bourrelly	Dinophyceae
Bültsee	556	7077	Peridinium groß (>40µm)	Ehrenberg	Dinophyceae
Bültsee	557	7077	Peridinium klein (<25µm)	Ehrenberg	Dinophyceae
Bültsee	560	7258	Peridinium willei	Huitfeldt-Kaas	Dinophyceae
Bültsee	322	7037	Euglena acus	Ehrenberg	Euglenophyceae
Bültsee	143	7211	Chrysochromulina parva	Lackey	Haptophyceae
Bültsee	311	7198	Elakatothrix gelatinosa	Wille	Ulvophyceae

Messtell.- Name	Taxon- ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Dobersdorfer See	1	6837	Acanthoceras zachariasii	(Brun) Simonsen	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	72	6050	Asterionella formosa	Hassall	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	83	6797	Aulacoseira	Thwaites	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	75	6798	Aulacoseira ambigua	(Grunow) Simonsen	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	78	6785	Aulacoseira granulata	(Ehrenberg) Simonsen	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	247	6943	Cyclostephanos dubius	(Hustedt) Round	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	248	6177	Cyclostephanos invisitatus	(M.H.Hohn & Hellerman) Theriot, Stoermer & Håkansson	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	3002	36000	Cyclotella balatonis	PANTOCSEK	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	347	6161	Fragilaria	Lyngbye	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	342	6075	Fragilaria crotonensis	Kitton	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	1246	6409	Fragilaria tenera	(W.Smith) Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	349	6410	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	sensu Krammer & Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	352	16658	Fragilaria ulna var. ulna	(Nitzsch) Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	494	16856	Nitzschia acicularis - Formenkreis	sensu DV 16856	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	721	6009	Stephanodiscus hantzschii	Grunow	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	723	6226	Stephanodiscus minutulus	(Kützing) Cleve & Moeller	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	725	6796	Stephanodiscus neoastreae	Håkansson & B.Hickel	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	829	6789	Zentrale Diatomeen 10- 15µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	833	6789	Zentrale Diatomeen 15- 20µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	834	6789	Zentrale Diatomeen 20- 25µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	835	6789	Zentrale Diatomeen 25- 30µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	836	6789	Zentrale Diatomeen 30- 35µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	840	6789	Zentrale Diatomeen 5-10µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Dobersdorfer See	5	7018	Actinastrum hantzschii	Lagerheim	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	49	7844	Ankyra judayi	(G.M.Smith) Fott	Chlorophyceae

Messtell.- Name	Taxon- ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Dobersdorfer See	50	7130	Ankyra lanceolata	(Korshikov) Fott	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	117	7021	Chlamydomonas	Ehrenberg	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	179	7813	Coelastrum astroideum	De Notaris	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	184	7214	Coelastrum reticulatum	(Dangeard) Senn	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	289	7033	Dictyosphaerium pulchellum	Wood	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	333		Eutetramorus/Sphaerocystis		Chlorophyceae
Dobersdorfer See	1584	7920	Fotterella tetrachlorelloides	R.Buck	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	422	7210	Lagerheimia genevensis	Chodat	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	464	7071	Monoraphidium arcuatum	(Korshikov) Hindák	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	468	7245	Monoraphidium contortum	(Thuret) Komárková- Legnerová	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	469	7090	Monoraphidium griffithii	(M.J.Berkeley) Komárková- Legnerová	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	471	7913	Monoraphidium komarkovae	Nygaard	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	517	7250	Oocystis	A.Braun	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	515	7871	Oocystis marssonii	Lemmermann	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	533	7831	Pediastrum biradiatum	Meyen	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	534	7055	Pediastrum boryanum	(Turpin) Meneghini	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	535	7056	Pediastrum duplex	Meyen	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	541	7058	Pediastrum tetras	(Ehrenberg) Ralfs	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	582	7898	Planktosphaeria gelatinosa	G.M.Smith	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	606	7897	Pseudosphaerocystis lacustris	(Lemmermann) Nováková	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	639	7049	Scenedesmus acuminatus	(Lagerheim) Chodat	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	662		Scenedesmus linearis		Chlorophyceae
Dobersdorfer See	669	7010	Scenedesmus quadricauda	(Turpin) Brébisson sensu Chodat	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	746	7260	Tetrachlorella alternans	(G.M.Smith) Korshikov	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	751	7281	Tetraedron minimum	(A.Braun) Hansgirg	Chlorophyceae

Messtell.- Name	Taxon- ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Dobersdorfer See	786	7022	Unbestimmte Chlorococcales	(Marchand) Pascher	Chlorophyceae
Dobersdorfer See	299	7937	Dinobryon divergens	Imhof	Chrysophyceae
Dobersdorfer See	443	7306	Mallomonas	Perty	Chrysophyceae
Dobersdorfer See	811	7290	Uroglena	Ehrenberg	Chrysophyceae
Dobersdorfer See	158	7973	Closterium aciculare	T.West	Conjugatophyceae
Dobersdorfer See	160	17153	Closterium acutum var. linea	(Perty) W. & G.S.West	Conjugatophyceae
Dobersdorfer See	161	7356	Closterium acutum var. variabile	(Lemmermann) Willi Krieger	Conjugatophyceae
Dobersdorfer See	200	17162	Cosmarium depressum var. planctonicum	Reverdin	Conjugatophyceae
Dobersdorfer See	477	7089	Mougeotia	C.Agardh	Conjugatophyceae
Dobersdorfer See	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Dobersdorfer See	237	7032	Cryptomonas 35-40µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Dobersdorfer See	220	7398	Cryptomonas curvata	Ehrenberg em. Penard	Cryptophyceae
Dobersdorfer See	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Cryptophyceae
Dobersdorfer See	223	7926	Cryptomonas marssonii	Skuja	Cryptophyceae
Dobersdorfer See	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Dobersdorfer See	627	7894	Rhodomonas lens	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Dobersdorfer See	19		Anabaena crassa	(Lemmermann) Komárková- Legnerová & Cronberg	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	21	8032	Anabaena flos-aquae	Brébisson ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	58	8033	Aphanizomenon	Morren ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	54	8031	Aphanizomenon flos-aquae	(Linnaeus) Ralfs ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	55	8096	Aphanizomenon gracile	Lemmermann	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	56	8845	Aphanizomenon issatschenkoi	(Usacev) Proshkina- Lavrenko	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	64	8873	Aphanocapsa	Nägeli	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	68	8100	Aphanothece	Nägeli	Cyanobacteria

Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Dobersdorfer See	137	8062	Chroococcus turgidus	(Kützinger) Nägeli	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	187	8115	Coelosphaerium kuetzingianum	Nägeli	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	246	8835	Cyanodictyon	Pascher	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	432	8434	Limnotherix redekei	(Goor) M.E.Meffert	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	459	8024	Microcystis	Kützinger ex Lemmermann	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	452	8153	Microcystis aeruginosa	Kützinger	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	454	8181	Microcystis firma	(Kützinger) Schmidle	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	580	8818	Planktolyngbya limnetica	(Lemmermann) Komárková- Legnerová & Cronberg	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	584	8438	Planktothrix agardhii	(Gomont) Anagnostidis & Komárek	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	598	8059	Pseudanabaena	Lauterborn	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	596	8206	Pseudanabaena limnetica	(Lemmermann) Komárek	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	963	8076	Romeria	Koczwara in Geitler	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	821	8189	Woronichinia naegeliana	(Unger) Elenkin	Cyanobacteria
Dobersdorfer See	104	7239	Ceratium hirundinella	(O.F.Müller) Dujardin	Dinophyceae
Dobersdorfer See	546	17300	Peridiniopsis polonicum	(Wołoszyńska) Bourrelly	Dinophyceae
Dobersdorfer See	556	7077	Peridinium groß (>40µm)	Ehrenberg	Dinophyceae
Dobersdorfer See	557	7077	Peridinium klein (<25µm)	Ehrenberg	Dinophyceae
Dobersdorfer See	195	7121	Colacium	Ehrenberg	Euglenophyceae
Dobersdorfer See	195	7121	Colacium	Ehrenberg	Euglenophyceae
Dobersdorfer See	326	7016	Euglena	Ehrenberg	Euglenophyceae
Dobersdorfer See	568	7997	Phacus pyrum	(Ehrenberg) F.Stein	Euglenophyceae
Dobersdorfer See	143	7211	Chrysochromulina parva	Lackey	Haptophyceae
Dobersdorfer See	311	7198	Elakatothrix gelatinosa	Wille	Ulvophyceae
Garrensee	72	6050	Asterionella formosa	Hassall	Bacillariophyceae
Garrensee	347	6161	Fragilaria	Lyngbye	Bacillariophyceae

Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Garrensee	494	16856	Nitzschia acicularis - Formenkreis	sensu DV 16856	Bacillariophyceae
Garrensee	834	6789	Zentrale Diatomeen 20- 25µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Garrensee	49	7844	Ankyra judayi	(G.M.Smith) Fott	Chlorophyceae
Garrensee	50	7130	Ankyra lanceolata	(Korshikov) Fott	Chlorophyceae
Garrensee	117	7021	Chlamydomonas	Ehrenberg	Chlorophyceae
Garrensee	122	7207	Chlorella	Beijerinck	Chlorophyceae
Garrensee	321	7570	Eudorina	Ehrenberg	Chlorophyceae
Garrensee	333		Eutetramorus/Sphaerocystis		Chlorophyceae
Garrensee	468	7245	Monoraphidium contortum	(Thuret) Komárková- Legnerová	Chlorophyceae
Garrensee	471	7913	Monoraphidium komarkovae	Nygaard	Chlorophyceae
Garrensee	517	7250	Oocystis	A.Braun	Chlorophyceae
Garrensee	515	7871	Oocystis marssonii	Lemmermann	Chlorophyceae
Garrensee	582	7898	Planktosphaeria gelatinosa	G.M.Smith	Chlorophyceae
Garrensee	606	7897	Pseudosphaerocystis lacustris	(Lemmermann) Nováková	Chlorophyceae
Garrensee	614	7339	Quadrigula pfitzeri	(Schröder) G.M.Smith	Chlorophyceae
Garrensee	639	7049	Scenedesmus acuminatus	(Lagerheim) Chodat	Chlorophyceae
Garrensee	745	7348	Tetrachlorella	Korshikov	Chlorophyceae
Garrensee	751	7281	Tetraedron minimum	(A.Braun) Hansgirg	Chlorophyceae
Garrensee	786	7022	Unbestimmte Chlorococcales	(Marchand) Pascher	Chlorophyceae
Garrensee	817	17101	Willea wilhelmii	(Fott) Komárek	Chlorophyceae
Garrensee	131	7631	Chromulina	Cienkowski	Chrysophyceae
Garrensee	439	7149	Mallomonas caudata	Iwanoff em. Willi Krieger	Chrysophyceae
Garrensee	740	7803	Synura	Ehrenberg	Chrysophyceae
Garrensee	161	7356	Closterium acutum var. variabile	(Lemmermann) Willi Krieger	Conjugatophyceae
Garrensee	847	17029	Staurodesmus	Teiling	Conjugatophyceae
Garrensee	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Cryptophyceae

Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Garrensee	220	7398	Cryptomonas curvata	Ehrenberg em. Penard	Cryptophyceae
Garrensee	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Cryptophyceae
Garrensee	223	7926	Cryptomonas marssonii	Skuja	Cryptophyceae
Garrensee	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Garrensee	627	7894	Rhodomonas lens	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Garrensee	31	8020	Anabaena	Bory ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Garrensee	24	8855	Anabaena lemmermannii	P.G.Richter in Lemmermann	Cyanobacteria
Garrensee	859	8853	Anabaena mendotae	Trelease	Cyanobacteria
Garrensee	68	8100	Aphanothece	Nägeli	Cyanobacteria
Garrensee	187	8115	Coelosphaerium kuetzingianum	Nägeli	Cyanobacteria
Garrensee	821	8189	Woronichinia naegeliana	(Unger) Elenkin	Cyanobacteria
Garrensee	103	17099	Ceratium furcoides	(Levander) Langhans	Dinophyceae
Garrensee	104	7239	Ceratium hirundinella	(O.F.Müller) Dujardin	Dinophyceae
Garrensee	390	7512	Gymnodinium	F.Stein	Dinophyceae
Garrensee	385	17085	Gymnodinium uberrimum	(G.J.Allman) Kofoid & Swezy	Dinophyceae
Garrensee	557	7077	Peridinium klein (<25µm)	Ehrenberg	Dinophyceae
Garrensee	560	7258	Peridinium willei	Huitfeldt-Kaas	Dinophyceae
Garrensee	143	7211	Chrysochromulina parva	Lackey	Haptophyceae
Garrensee	311	7198	Elakatothrix gelatinosa	Wille	Ulvophyceae
Garrensee	778	7092	Tribonema	Derbes & Solier	Xanthophyceae
Großer Plöner See	1	6837	Acanthoceras zachariasii	(Brun) Simonsen	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	72	6050	Asterionella formosa	Hassall	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	83	6797	Aulacoseira	Thwaites	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	1260	16791	Cyclostephanos delicatus	(Genkal) Casper & Scheffler	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	247	6943	Cyclostephanos dubius	(Hustedt) Round	Bacillariophyceae

Messtell.- Name	Taxon- ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Großer Plöner See	248	6177	Cyclostephanos invisitatus	(M.H.Hohn & Hellerman) Theriot, Stoermer & Håkansson	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	3002	36000	Cyclotella balatonis	PANTOCSEK	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	283	6210	Diatoma tenuis	C.Agardh	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	347	6161	Fragilaria	Lyngbye	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	351	26389	Fragilaria acus	(Kützing) Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	336	16570	Fragilaria capucina	Desmazières	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	342	6075	Fragilaria crotonensis	Kitton	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	349	6410	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	sensu Krammer & Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	352	16658	Fragilaria ulna var. ulna	(Nitzsch) Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	446	6005	Melosira varians	C.Agardh	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	506	6972	Nitzschia	Hassall	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	494	16856	Nitzschia acicularis - Formenkreis	sensu DV 16856	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	717	6795	Stephanodiscus alpinus	Hustedt	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	719	6939	Stephanodiscus binderanus	(Kützing) Willi Krieger	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	721	6009	Stephanodiscus hantzschii	Grunow	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	723	6226	Stephanodiscus minutulus	(Kützing) Cleve & Moeller	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	725	6796	Stephanodiscus neoastreae	Håkansson & B.Hickel	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	829	6789	Zentrale Diatomeen 10- 15µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	833	6789	Zentrale Diatomeen 15- 20µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	834	6789	Zentrale Diatomeen 20- 25µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	840	6789	Zentrale Diatomeen 5-10µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Großer Plöner See	49	7844	Ankyra judayi	(G.M.Smith) Fott	Chlorophyceae
Großer Plöner See	50	7130	Ankyra lanceolata	(Korshikov) Fott	Chlorophyceae
Großer Plöner See	117	7021	Chlamydomonas	Ehrenberg	Chlorophyceae
Großer Plöner See	179	7813	Coelastrum astroideum	De Notaris	Chlorophyceae

Messtell.- Name	Taxon- ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Großer Plöner See	181	7023	Coelastrum microporum	Nägeli in A.Braun	Chlorophyceae
Großer Plöner See	527	7054	Pandorina morum	(O.F.Müller) Bory	Chlorophyceae
Großer Plöner See	534	7055	Pediastrum boryanum	(Turpin) Meneghini	Chlorophyceae
Großer Plöner See	676	7892	Scenedesmus	Meyen	Chlorophyceae
Großer Plöner See	667	7086	Scenedesmus opoliensis	P.G.Richter	Chlorophyceae
Großer Plöner See	1042	17331	Spermatozopsis exsultans	Korshikov	Chlorophyceae
Großer Plöner See	748	7279	Tetraedron caudatum	(Corda) Hansgirg	Chlorophyceae
Großer Plöner See	786	7022	Unbestimmte Chlorococcales	(Marchand) Pascher	Chlorophyceae
Großer Plöner See	299	7937	Dinobryon divergens	Imhof	Chrysophyceae
Großer Plöner See	303	7884	Dinobryon sociale	Ehrenberg	Chrysophyceae
Großer Plöner See	443	7306	Mallomonas	Perty	Chrysophyceae
Großer Plöner See	158	7973	Closterium aciculare	T.West	Conjugatophyceae
Großer Plöner See	161	7356	Closterium acutum var. variabile	(Lemmermann) Willi Krieger	Conjugatophyceae
Großer Plöner See	477	7089	Mougeotia	C.Agardh	Conjugatophyceae
Großer Plöner See	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Großer Plöner See	237	7032	Cryptomonas 35-40µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Großer Plöner See	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Cryptophyceae
Großer Plöner See	223	7926	Cryptomonas marssonii	Skuja	Cryptophyceae
Großer Plöner See	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Großer Plöner See	627	7894	Rhodomonas lens	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Großer Plöner See	19	8856	Anabaena crassa	(Lemmermann) Komárková- Legnerová & Cronberg	Cyanobacteria
Großer Plöner See	24	8855	Anabaena lemmermannii	P.G.Richter in Lemmermann	Cyanobacteria
Großer Plöner See	859	8853	Anabaena mendotae	Trelease	Cyanobacteria
Großer Plöner See	55	8096	Aphanizomenon gracile	Lemmermann	Cyanobacteria
Großer Plöner See	432	8434	Limnothrix redekei	(Goor) M.E.Meffert	Cyanobacteria

Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Großer Plöner See	596	8206	<i>Pseudanabaena limnetica</i>	(Lemmermann) Komárek	Cyanobacteria
Großer Plöner See	821	8189	<i>Woronichinia naegeliana</i>	(Unger) Elenkin	Cyanobacteria
Großer Plöner See	104	7239	<i>Ceratium hirundinella</i>	(O.F.Müller) Dujardin	Dinophyceae
Großer Plöner See	546	17300	<i>Peridiniopsis polonicum</i>	(Woloszyńska) Bourrelly	Dinophyceae
Großer Plöner See	557	7077	<i>Peridinium klein</i> (<25µm)	Ehrenberg	Dinophyceae
Großer Plöner See	853	17098	<i>Woloszynskia</i>	R.H.Thompson	Dinophyceae
Großer Plöner See	143	7211	<i>Chrysochromulina parva</i>	Lackey	Haptophyceae
Großer Plöner See	311	7198	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Wille	Ulvophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	72	6050	<i>Asterionella formosa</i>	Hassall	Bacillariophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	79	6800	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	(O.Müller) Simonsen	Bacillariophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	265	6146	<i>Cyclotella</i>	(Kützing) Brébisson	Bacillariophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	262		<i>Discostella pseudostelligera</i>		Bacillariophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	717	6795	<i>Stephanodiscus alpinus</i>	Hustedt	Bacillariophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	721	6009	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	Grunow	Bacillariophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	723	6226	<i>Stephanodiscus minutulus</i>	(Kützing) Cleve & Moeller	Bacillariophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	823	6789	Zentrale Diatomeen	G.Karsten	Bacillariophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	835	6789	Zentrale Diatomeen 25-30µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	836	6789	Zentrale Diatomeen 30-35µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	840	6789	Zentrale Diatomeen 5-10µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	49	7844	<i>Ankyra judayi</i>	(G.M.Smith) Fott	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	50	7130	<i>Ankyra lanceolata</i>	(Korshikov) Fott	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	117	7021	<i>Chlamydomonas</i>	Ehrenberg	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	292	7836	<i>Didymocystis bicellularis</i>	(Chodat) Komárek	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	320		<i>Eudorina elegans</i>	Ehrenberg	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	974	17181	<i>Eutetramorus planctonicus</i>	(Korshikov) Bourrelly	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	333		<i>Eutetramorus/Sphaerocystis</i>		Chlorophyceae

Messtell.- Name	Taxon- ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Ihlsee, Bad Segeberg	1584	7920	Fotterella tetrachlorelloides	R.Buck	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	425	7772	Lagerheimia subsalsa	Lemmermann	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	490	7248	Nephrocystium agardhianum	Nägeli	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	517	7250	Oocystis	A.Braun	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	515	7871	Oocystis marssonii	Lemmermann	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	534	7055	Pediastrum boryanum	(Turpin) Meneghini	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	582		Planktosphaeria gelatinosa	G.M.Smith	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	614	7339	Quadrigula pfitzeri	(Schröder) G.M.Smith	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	676	7892	Scenedesmus	Meyen	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	662	7062	Scenedesmus linearis	Komárek	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	669	7010	Scenedesmus quadricauda	(Turpin) Brébisson sensu Chodat	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	751	7281	Tetraedron minimum	(A.Braun) Hansgirg	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	786	7022	Unbestimmte Chlorococcales	(Marchand) Pascher	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	817	17101	Willea wilhelmii	(Fott) Komárek	Chlorophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	90	7584	Bitrichia chodatii	(Reverdin) Chodat	Chrysophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	299	7937	Dinobryon divergens	Imhof	Chrysophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	303	7884	Dinobryon sociale	Ehrenberg	Chrysophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	811	7290	Uroglena	Ehrenberg	Chrysophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	161	7356	Closterium acutum var. variabile	(Lemmermann) Willi Krieger	Conjugatophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	168	7068	Closterium limneticum	Lemmermann	Conjugatophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	206	7028	Cosmarium	Corda ex Ralfs	Conjugatophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	200	17162	Cosmarium depressum var. planctonicum	Reverdin	Conjugatophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	712	7064	Staurostrum	Meyen ex Ralfs	Conjugatophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	237	7032	Cryptomonas 35-40µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	220	7398	Cryptomonas curvata	Ehrenberg em. Penard	Cryptophyceae

Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Ihlsee, Bad Segeberg	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Cryptophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	223	7926	Cryptomonas marssonii	Skuja	Cryptophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	627	7894	Rhodomonas lens	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	31	8020	Anabaena	Bory ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Ihlsee, Bad Segeberg	21	8032	Anabaena flos-aquae	Brébisson ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Ihlsee, Bad Segeberg	24	8855	Anabaena lemmermannii	P.G.Richter in Lemmermann	Cyanobacteria
Ihlsee, Bad Segeberg	64	8873	Aphanocapsa	Nägeli	Cyanobacteria
Ihlsee, Bad Segeberg	68	8100	Aphanothece	Nägeli	Cyanobacteria
Ihlsee, Bad Segeberg	135	8113	Chroococcus minutus	(Kützing) Nägeli	Cyanobacteria
Ihlsee, Bad Segeberg	137	8062	Chroococcus turgidus	(Kützing) Nägeli	Cyanobacteria
Ihlsee, Bad Segeberg	246	8835	Cyanodictyon	Pascher	Cyanobacteria
Ihlsee, Bad Segeberg	459	8024	Microcystis	Kützing ex Lemmermann	Cyanobacteria
Ihlsee, Bad Segeberg	452	8153	Microcystis aeruginosa	Kützing	Cyanobacteria
Ihlsee, Bad Segeberg	524	8011	Oscillatoria	Vaucher ex Gomont	Cyanobacteria
Ihlsee, Bad Segeberg	587	8437	Planktothrix	Anagnostidis & Komárek	Cyanobacteria
Ihlsee, Bad Segeberg	890	8173	Radiocystis geminata	Skuja	Cyanobacteria
Ihlsee, Bad Segeberg	822	8190	Woronichinia	Elenkin	Cyanobacteria
Ihlsee, Bad Segeberg	104	7239	Ceratium hirundinella	(O.F.Müller) Dujardin	Dinophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	557	7077	Peridinium klein (<25µm)	Ehrenberg	Dinophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	560	7258	Peridinium willei	Huitfeldt-Kaas	Dinophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	322	7037	Euglena acus	Ehrenberg	Euglenophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	770	7065	Trachelomonas	Ehrenberg	Euglenophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	143	7211	Chrysochromulina parva	Lackey	Haptophyceae
Ihlsee, Bad Segeberg	311	7198	Elakatothrix gelatinosa	Wille	Ulvophyceae
Pinnsee	833	6789	Zentrale Diatomeen 15-20µm	G.Karsten	Bacillariophyceae

Messtell.- Name	Taxon- ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Pinnsee	1801	7824	Ankistrodesmus stipitatus	(Chodat) Komárková- Legnerová	Chlorophyceae
Pinnsee	117	7021	Chlamydomonas	Ehrenberg	Chlorophyceae
Pinnsee	126	7927	Chlorogonium	Ehrenberg	Chlorophyceae
Pinnsee	210		Crucigenia fenestrata	(Schmidle) Schmidle	Chlorophyceae
Pinnsee	290	7939	Dictyosphaerium	Nägeli	Chlorophyceae
Pinnsee	292	7836	Didymocystis bicellularis	(Chodat) Komárek	Chlorophyceae
Pinnsee	464	7071	Monoraphidium arcuatum	(Korshikov) Hindák	Chlorophyceae
Pinnsee	468	7245	Monoraphidium contortum	(Thuret) Komárková- Legnerová	Chlorophyceae
Pinnsee	469	7090	Monoraphidium griffithii	(M.J.Berkeley) Komárková- Legnerová	Chlorophyceae
Pinnsee	471	7913	Monoraphidium komarkovae	Nygaard	Chlorophyceae
Pinnsee	582	7898	Planktosphaeria gelatinosa	G.M.Smith	Chlorophyceae
Pinnsee	676	7892	Scenedesmus	Meyen	Chlorophyceae
Pinnsee	786	7022	Unbestimmte Chlorococcales	(Marchand) Pascher	Chlorophyceae
Pinnsee	131	7631	Chromulina	Cienkowski	Chrysophyceae
Pinnsee	146		Chrysococcus		Chrysophyceae
Pinnsee	160	17153	Closterium acutum var. linea	(Perty) W. & G.S.West	Conjugatophyceae
Pinnsee	206	7028	Cosmarium	Corda ex Ralfs	Conjugatophyceae
Pinnsee	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Cryptophyceae
Pinnsee	64	8873	Aphanocapsa	Nägeli	Cyanobacteria
Pinnsee	587	8437	Planktothrix	Anagnostidis & Komárek	Cyanobacteria
Pinnsee	594	8008	Pseudanabaena catenata	Lauterborn	Cyanobacteria
Pinnsee	596	8206	Pseudanabaena limnetica	(Lemmermann) Komárek	Cyanobacteria
Pinnsee	736	8983	Synechococcus	Nägeli	Cyanobacteria
Pinnsee	822	8190	Woronichinia	Elenkin	Cyanobacteria
Pinnsee	390	7512	Gymnodinium	F.Stein	Dinophyceae

Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Pinnsee	385	17085	Gymnodinium uberrimum	(G.J.Allman) Kofoid & Swezy	Dinophyceae
Pinnsee	558	7463	Peridinium umbonatum-Komplex	F.Stein	Dinophyceae
Pinnsee	322	7037	Euglena acus	Ehrenberg	Euglenophyceae
Pinnsee	413	7713	Koliella longiseta	(Vischer) Hindák	Ulvophyceae
Vierer See	72	6050	Asterionella formosa	Hassall	Bacillariophyceae
Vierer See	83	6797	Aulacoseira	Thwaites	Bacillariophyceae
Vierer See	1260	16791	Cyclostephanos delicatus	(Genkal) Casper & Scheffler	Bacillariophyceae
Vierer See	247	6943	Cyclostephanos dubius	(Hustedt) Round	Bacillariophyceae
Vierer See	3002	36000	Cyclotella balatonis	PANTOCSEK	Bacillariophyceae
Vierer See	347	6161	Fragilaria	Lyngbye	Bacillariophyceae
Vierer See	336		Fragilaria capucina	Desmazières	Bacillariophyceae
Vierer See	342	6075	Fragilaria crotonensis	Kitton	Bacillariophyceae
Vierer See	352	16658	Fragilaria ulna var. ulna	(Nitzsch) Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Vierer See	494	16856	Nitzschia acicularis - Formenkreis	sensu DV 16856	Bacillariophyceae
Vierer See	717	6795	Stephanodiscus alpinus	Hustedt	Bacillariophyceae
Vierer See	723	6226	Stephanodiscus minutulus	(Kützing) Cleve & Moeller	Bacillariophyceae
Vierer See	725	6796	Stephanodiscus neoastreae	Håkansson & B.Hickel	Bacillariophyceae
Vierer See	833	6789	Zentrale Diatomeen 15- 20µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Vierer See	834	6789	Zentrale Diatomeen 20- 25µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Vierer See	835	6789	Zentrale Diatomeen 25- 30µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Vierer See	840	6789	Zentrale Diatomeen 5-10µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Vierer See	5	7018	Actinastrum hantzschii	Lagerheim	Chlorophyceae
Vierer See	48	7202	Ankyra ancora	(G.M.Smith) Fott	Chlorophyceae
Vierer See	49	7844	Ankyra judayi	(G.M.Smith) Fott	Chlorophyceae
Vierer See	50	7130	Ankyra lanceolata	(Korshikov) Fott	Chlorophyceae

Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Vierer See	117	7021	Chlamydomonas	Ehrenberg	Chlorophyceae
Vierer See	179	7813	Coelastrum astroideum	De Notaris	Chlorophyceae
Vierer See	184	7214	Coelastrum reticulatum	(Dangeard) Senn	Chlorophyceae
Vierer See	321	7570	Eudorina	Ehrenberg	Chlorophyceae
Vierer See	333		Eutetramorus/Sphaerocystis		Chlorophyceae
Vierer See	1584	7920	Fotterella tetrachlorelloides	R.Buck	Chlorophyceae
Vierer See	517	7250	Oocystis	A.Braun	Chlorophyceae
Vierer See	515	7871	Oocystis marssonii	Lemmermann	Chlorophyceae
Vierer See	534	7055	Pediastrum boryanum	(Turpin) Meneghini	Chlorophyceae
Vierer See	535	7056	Pediastrum duplex	Meyen	Chlorophyceae
Vierer See	582	7898	Planktosphaeria gelatinosa	G.M.Smith	Chlorophyceae
Vierer See	751	7281	Tetraedron minimum	(A.Braun) Hansgirg	Chlorophyceae
Vierer See	299	7937	Dinobryon divergens	Imhof	Chrysophyceae
Vierer See	303	7884	Dinobryon sociale	Ehrenberg	Chrysophyceae
Vierer See	443	7306	Mallomonas	Perty	Chrysophyceae
Vierer See	158	7973	Closterium aciculare	T.West	Conjugatophyceae
Vierer See	161	7356	Closterium acutum var. variabile	(Lemmermann) Willi Krieger	Conjugatophyceae
Vierer See	168	7068	Closterium limneticum	Lemmermann	Conjugatophyceae
Vierer See	200	17162	Cosmarium depressum var. planctonicum	Reverdin	Conjugatophyceae
Vierer See	477	7089	Mougeotia	C.Agardh	Conjugatophyceae
Vierer See	712	7064	Staurastrum	Meyen ex Ralfs	Conjugatophyceae
Vierer See	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Vierer See	237	7032	Cryptomonas 35-40µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Vierer See	220	7398	Cryptomonas curvata	Ehrenberg em. Penard	Cryptophyceae
Vierer See	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Cryptophyceae
Vierer See	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae

Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Vierer See	627	7894	Rhodomonas lens	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Vierer See	21	8032	Anabaena flos-aquae	Brébisson ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Vierer See	24	8855	Anabaena lemmermannii	P.G.Richter in Lemmermann	Cyanobacteria
Vierer See	25	8854	Anabaena macrospora	Klebahn	Cyanobacteria
Vierer See	859	8853	Anabaena mendotae	Trelease	Cyanobacteria
Vierer See	28	8851	Anabaena sigmoidea	Nygaard	Cyanobacteria
Vierer See	54	8031	Aphanizomenon flos-aquae	(Linnaeus) Ralfs ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Vierer See	64	8873	Aphanocapsa	Nägeli	Cyanobacteria
Vierer See	68	8100	Aphanothece	Nägeli	Cyanobacteria
Vierer See	187	8115	Coelosphaerium kuetzingianum	Nägeli	Cyanobacteria
Vierer See	246	8835	Cyanodictyon	Pascher	Cyanobacteria
Vierer See	448	8025	Merismopedia	Meyen	Cyanobacteria
Vierer See	587	8437	Planktothrix	Anagnostidis & Komárek	Cyanobacteria
Vierer See	103	17099	Ceratium furcoides	(Levander) Langhans	Dinophyceae
Vierer See	104	7239	Ceratium hirundinella	(O.F.Müller) Dujardin	Dinophyceae
Vierer See	546	17300	Peridiniopsis polonicum	(Wołoszyńska) Bourrelly	Dinophyceae
Vierer See	555	7077	Peridinium	Ehrenberg	Dinophyceae
Vierer See	556	7077	Peridinium groß (>40µm)	Ehrenberg	Dinophyceae
Vierer See	557	7077	Peridinium klein (<25µm)	Ehrenberg	Dinophyceae
Vierer See	853		Woloszynskia	R.H.Thompson	Dinophyceae
Vierer See	143	7211	Chrysochromulina parva	Lackey	Haptophyceae
Vierer See	311	7198	Elakatothrix gelatinosa	Wille	Ulvophyceae

11.4 Artenliste Profundal diatomeen (Seen 2019, Los 1)

Die Arten sind, nach der „alten“ DV-Liste von 2007 kodiert, da der DI-PROF danach berechnet wird. Die Taxa sind je Messstelle alphabetisch sortiert.

MS_NR	M_NAME1	DATUM	DV_NR	TAXON_DV	AUTOR_DV
129027	Behlendorfer See	17.10.2019	6050	Asterionella formosa	HASSALL
129027	Behlendorfer See	17.10.2019	16791	Cyclostephanos delicatus	(GENKAL) CASPER & SCHEFFLER
129027	Behlendorfer See	17.10.2019	6943	Cyclostephanos dubius	(HUSTEDT) ROUND
129027	Behlendorfer See	17.10.2019	6146	Cyclotella	(KUETZING) BREBISSE
129027	Behlendorfer See	17.10.2019	6936	Cyclotella ocellata	PANTOCSEK
129027	Behlendorfer See	17.10.2019	6204	Cyclotella radiosa	(GRUNOW) LEMMERMANN
129027	Behlendorfer See	17.10.2019	6210	Diatoma tenuis	C. AGARDH
129027	Behlendorfer See	17.10.2019	6075	Fragilaria crotonensis	KITTON
129027	Behlendorfer See	17.10.2019	6410	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT
129027	Behlendorfer See	17.10.2019	6795	Stephanodiscus alpinus	HUSTEDT
129027	Behlendorfer See	17.10.2019	6009	Stephanodiscus hantzschii	GRUNOW
129027	Behlendorfer See	17.10.2019	6226	Stephanodiscus minutulus	(KUETZING) CLEVE & MOELLER
129027	Behlendorfer See	17.10.2019	6796	Stephanodiscus neoastraea	HAKANSSON & B. HICKEL
129004	Bültsee	09.10.2019	6050	Asterionella formosa	HASSALL
129004	Bültsee	09.10.2019	6945	Cyclotella pseudostelligera	HUSTEDT
129004	Bültsee	09.10.2019	6075	Fragilaria crotonensis	KITTON
129004	Bültsee	09.10.2019	6410	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT
129004	Bültsee	09.10.2019	6795	Stephanodiscus alpinus	HUSTEDT
129004	Bültsee	09.10.2019	6009	Stephanodiscus hantzschii	GRUNOW
129004	Bültsee	09.10.2019	6226	Stephanodiscus minutulus	(KUETZING) CLEVE & MOELLER
129009	Dobersdorfer See vor Schles.	14.11.2019	6050	Asterionella formosa	HASSALL
129009	Dobersdorfer See vor Schles.	14.11.2019	6798	Aulacoseira ambigua	(GRUNOW) SIMONSEN
129009	Dobersdorfer See vor Schles.	14.11.2019	6785	Aulacoseira granulata	(EHRENBERG) SIMONSEN
129009	Dobersdorfer See vor Schles.	14.11.2019	6943	Cyclostephanos dubius	(HUSTEDT) ROUND

MS_NR	M_NAME1	DATUM	DV_NR	TAXON_DV	AUTOR_DV
129009	Dobersdorfer See vor Schles.	14.11.2019	6177	Cyclostephanos invisitatus	(M.H.HOHN & HELLERMANN) THERIOT, STOERMER & HAKANSSON
129009	Dobersdorfer See vor Schles.	14.11.2019	6146	Cyclotella	(KUETZING) BREBISSON
129009	Dobersdorfer See vor Schles.	14.11.2019	16185	Cyclotella cyclopuncta	HAKANSSON & J.R.CARTER
129009	Dobersdorfer See vor Schles.	14.11.2019	6204	Cyclotella radiosa	(GRUNOW) LEMMERMAN
129009	Dobersdorfer See vor Schles.	14.11.2019	6075	Fragilaria crotonensis	KITTON
129009	Dobersdorfer See vor Schles.	14.11.2019	6410	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT
129009	Dobersdorfer See vor Schles.	14.11.2019	6795	Stephanodiscus alpinus	HUSTEDT
129009	Dobersdorfer See vor Schles.	14.11.2019	6009	Stephanodiscus hantzschii	GRUNOW
129009	Dobersdorfer See vor Schles.	14.11.2019	6226	Stephanodiscus minutulus	(KUETZING) CLEVE & MOELLER
129009	Dobersdorfer See vor Schles.	14.11.2019	6796	Stephanodiscus neoastraea	HAKANSSON & B.HICKEL
129002	Garrensee	07.10.2019	6050	Asterionella formosa	HASSALL
129002	Garrensee	07.10.2019	6091	Tabellaria flocculosa	(ROTH) KUETZING
129102	Gr. Plöner See, Südteil	16.10.2019	6050	Asterionella formosa	HASSALL
129102	Gr. Plöner See, Südteil	16.10.2019	6798	Aulacoseira ambigua	(GRUNOW) SIMONSEN
129102	Gr. Plöner See, Südteil	16.10.2019	6907	Aulacoseira islandica	(O.MUELLER) SIMONSEN
129102	Gr. Plöner See, Südteil	16.10.2019	6943	Cyclostephanos dubius	(HUSTEDT) ROUND
129102	Gr. Plöner See, Südteil	16.10.2019	6177	Cyclostephanos invisitatus	(M.H.HOHN & HELLERMANN) THERIOT, STOERMER & HAKANSSON
129102	Gr. Plöner See, Südteil	16.10.2019	6204	Cyclotella radiosa	(GRUNOW) LEMMERMAN
129102	Gr. Plöner See, Südteil	16.10.2019	6210	Diatoma tenuis	C.AGARDH
129102	Gr. Plöner See, Südteil	16.10.2019	6075	Fragilaria crotonensis	KITTON
129102	Gr. Plöner See, Südteil	16.10.2019	6233	Fragilaria ulna var. acus	(KUETZING) LANGE-BERTALOT
129102	Gr. Plöner See, Südteil	16.10.2019	6410	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT
129102	Gr. Plöner See, Südteil	16.10.2019	6795	Stephanodiscus alpinus	HUSTEDT
129102	Gr. Plöner See, Südteil	16.10.2019	6009	Stephanodiscus hantzschii	GRUNOW
129102	Gr. Plöner See, Südteil	16.10.2019	6226	Stephanodiscus minutulus	(KUETZING) CLEVE & MOELLER
129102	Gr. Plöner See, Südteil	16.10.2019	6796	Stephanodiscus neoastraea	HAKANSSON & B.HICKEL
129052	Ihlsee, Bad Segeberg	08.10.2019	6050	Asterionella formosa	HASSALL
129052	Ihlsee, Bad Segeberg	08.10.2019	6945	Cyclotella pseudostelligera	HUSTEDT
129052	Ihlsee, Bad Segeberg	08.10.2019	6204	Cyclotella radiosa	(GRUNOW) LEMMERMAN
129052	Ihlsee, Bad Segeberg	08.10.2019	6410	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT
129052	Ihlsee, Bad Segeberg	08.10.2019	6795	Stephanodiscus alpinus	HUSTEDT
129052	Ihlsee, Bad Segeberg	08.10.2019	6009	Stephanodiscus hantzschii	GRUNOW
129052	Ihlsee, Bad Segeberg	08.10.2019	6091	Tabellaria flocculosa	(ROTH) KUETZING

MS_NR	M_NAME1	DATUM	DV_NR	TAXON_DV	AUTOR_DV
129063	Pinnsee	07.10.2019	6798	Aulacoseira ambigua	(GRUNOW) SIMONSEN
129063	Pinnsee	07.10.2019	6091	Tabellaria flocculosa	(ROTH) KUETZING
129050	Vierer See	08.10.2019	6050	Asterionella formosa	HASSALL
129050	Vierer See	08.10.2019	6785	Aulacoseira granulata	(EHRENBERG) SIMONSEN
129050	Vierer See	08.10.2019	6907	Aulacoseira islandica	(O.MUELLER) SIMONSEN
129050	Vierer See	08.10.2019	16791	Cyclostephanos delicatus	(GENKAL) CASPER & SCHEFFLER
129050	Vierer See	08.10.2019	6943	Cyclostephanos dubius	(HUSTEDT) ROUND
129050	Vierer See	08.10.2019	6204	Cyclotella radiosa	(GRUNOW) LEMMERMANN
129050	Vierer See	08.10.2019	6210	Diatoma tenuis	C.AGARDH
129050	Vierer See	08.10.2019	6075	Fragilaria crotonensis	KITTON
129050	Vierer See	08.10.2019	6795	Stephanodiscus alpinus	HUSTEDT
129050	Vierer See	08.10.2019	6226	Stephanodiscus minutulus	(KUETZING) CLEVE & MOELLER

11.5 Artenliste Zooplankton (Seen 2019, Los 1)

Gr. Plöner See		Protozoa	
	3610	Ciliophora	
		Rotatoria	
	5098	Asplanchna priodonta	(GOSSE)
	5096	Ascomorpha ecaudis	(PERTY)
	5957	Bdelloidea	
	5102	Brachionus angularis	(GOSSE)
	5024	Brachionus calyciflorus	(PALLAS)
	5974	Collotheca	(HARRING)
	5878	Conochilus natans	(SELIGO)
	5148	Filinia longiseta	(EHRENBERG)
	5932	Gastropus stylifer	(IMHOF)
	5148	Filinia longiseta	(EHRENBERG)
	5149	Filinia terminalis	(PLATE)
	5163	Kellicottia longispina	(KELLCOTT)
	5331	Keratella cochlearis	(GOSSE)
	5165	Keratella cochlearis tecta - Reihe	
	5647	Keratella hiemalis	(CARLIN)
	5166	Keratella quadrata	(O.F.MUELLER)
	5010	Euchlanis dilatata	(EHRENBERG)
	5045	Notholca squamula	(O.F.MUELLER)
	5200	Ploesoma hudsoni	(IMHOF)
	5202	Polyarthra dolichoptera	(IDELSON)
	15278	Polyarthra major	(BURCKHARDT)
	5326	Polyarthra remata	(SKORIKOV)
	5204	Polyarthra vulgaris	(CARLIN)

	5234	Pompholyx sulcata	(HUDSON)
	5881	Synchaeta pectinata	(EHRENBERG)
	15332	Synchaeta stylata	(WIERZEJSKI)
	5054	Synchaeta	(EHRENERBG)
	5213	Trichocerca capucina	(WIERZEJSKI & ZACHARIAS)
	5919	Trichocerca pusilla	(LAUTERBORN)
		Cladocera	
	5936	Alona affinis	(LEYDIG)
	5099	Bosmina coregoni	(BAIRD)
	5100	Bosmina longirostris	(O.F.MUELLER)
	5111	Ceriodaphnia quadrangula	(O.F.MUELLER)
	5126	Daphnia cucullata	(SARS)
	5127	Daphnia galeata	(SARS)
	5831	Daphnia x krausi	(FLOESSNER)
	5136	Diaphanosoma brachyurum	(LIEVIN)
	5116	Chydorus sphaericus	(O.F.MUELLER)
	5160	Leptodora kindtii	(FOCKE)
		Copepoda	
	5144	Eudiaptomus gracilis	(SARS)
	5145	Eudiaptomus graciloides	(LILLJEBORG)
	5120	Cyclops	(O.F.MUELLER)
	15335	Cyclops kolensis	(LILLJEBORG)
	5088	Acanthocyclops robustus	(G.O.SARS)
	5134	Diacyclops bicuspidatus	(CLAUS)
	5175	Mesocyclops leuckarti	(CLAUS)
	5217	Thermocyclops crassus	(FISCHER)
	15284	Thermocyclops oithonoides	(SARS)
		Sonstige	
	1910	Dreissena	(VAN BENEDEN)
Dobersdorfer See		Protozoa	
	3610	Ciliophora	
	3619	Tintinnopsis	
		Rotatoria	
	5953	Ascomorpha ovalis	(CARLIN)
	5098	Asplanchna priodonta	(GOSSE)
	5957	Bdelloidea	
	5102	Brachionus angularis	(GOSSE)
	5974	Collotheca	(HARRING)
	5118	Conochilus unicornis	(ROUSSELET)
	5149	Filinia terminalis	(PLATE)
	5163	Kellicottia longispina	(KELLICOTT)
	5331	Keratella cochlearis	(GOSSE)
	5165	Keratella cochlearis tecta - Reihe	

	5647	Keratella hiemalis	(CARLIN)
	5166	Keratella quadrata	(O.F.MUELLER)
	5226	Lecane (Monostyla)	(BARTOS)
	5045	Notholca squamula	(O.F.MUELLER)
	5202	Polyarthra dolichoptera	(IDELSON)
	15278	Polyarthra major	(BURCKHARDT)
	5326	Polyarthra remata	(SKORIKOV)
	5204	Polyarthra vulgaris	(CARLIN)
	5234	Pompholyx sulcata	(HUDSON)
	5054	Synchaeta	(EHRENERBG)
	5213	Trichocerca capucina	(WIERZEJSKI & ZACHARIAS)
	5919	Trichocerca pusilla	(LAUTERBORN)
	5189	Trichocerca	(LAMARCK)
		Cladocera	
	5099	Bosmina coregoni	(POPPE)
	5100	Bosmina longirostris	(O.F.MUELLER)
	5116	Chydorus sphaericus	(O.F.MUELLER)
	5111	Ceriodaphnia quadrangula	(O.F.MUELLER)
	5126	Daphnia cucullata	(SARS)
	5127	Daphnia galeata	(SARS)
	5160	Leptodora kindtii	(FOCKE)
		Copepoda	
	5145	Eudiaptomus graciloides	(LILLJEBORG)
	15335	Cyclops kolensis	(LILLJEBORG)
	5123	Cyclops vicinus	(ULJANIN)
	5088	Acanthocyclops robustus	(G.O.SARS)
	5142	Eucyclops serrulatus	(FISCHER)
	5175	Mesocyclops leuckarti	(CLAUS)
	5217	Thermocyclops crassus	(FISCHER)
	15284	Thermocyclops oithonoides	(SARS)
		Sonstige	
	1910	Dreissena	(VAN BENEDEN)
	481	Chaoborus	(LICHTENSTEIN)
Behlendorfer See		Protozoa	
	3619	Tintinnopsis	
	3610	Ciliophora	
		Rotatoria	
	5975	Anuraeopsis fissa	(GOSSE)
	5096	Ascomorpha ecaudis	(PERTY)
	5953	Ascomorpha ovalis	(CARLIN)
	5926	Ascomorpha saltans	(BARTSCH)
	5098	Asplanchna priodonta	(GOSSE)
	5957	Bdelloidea	

	5102	Brachionus angularis	(GOSSE)
	5974	Collotheca	(HARRING)
	5250	Conochilus hippocrepis	(SCHRANK)
	5878	Conochilus natans	(SELIGO)
	5118	Conochilus unicornis	(ROUSSELET)
	5148	Filinia longiseta	(EHRENBERG)
	5149	Filinia terminalis	(PLATE)
	5932	Gastropus stylifer	(IMHOF)
	5163	Kellicottia longispina	(KELLCOTT)
	5331	Keratella cochlearis	(GOSSE)
	5165	Keratella cochlearis tecta - Reihe	
	5647	Keratella hiemalis	(CARLIN)
	5166	Keratella quadrata	(O.F.MUELLER)
	5226	Lecane (Monostyla)	(BARTOS)
	5044	Notholca acuminata	(EHRENBERG)
	5202	Polyarthra dolichoptera	(IDELSON)
	15278	Polyarthra major	(BURCKHARDT)
	5326	Polyarthra remata	(SKORIKOV)
	5204	Polyarthra vulgaris	(CARLIN)
	5234	Pompholyx sulcata	(HUDSON)
	5881	Synchaeta pectinata	(EHRENBERG)
	5213	Trichocerca capucina	(WIERZEJSKI & ZACHARIAS)
	5654	Trichocerca rousseleti	(VOIGT)
	5917	Trichocerca similis	(WIERZEJSKI)
		Cladocera	
	5099	Bosmina coregoni	(BAIRD)
	5100	Bosmina longirostris	(O.F.MUELLER)
	5111	Ceriodaphnia quadrangula	(O.F.MUELLER)
	5116	Chydorus sphaericus	(O.F.MUELLER)
	5127	Daphnia galeata	(SARS)
	5128	Daphnia hyalina	(LEYDIG)
	5874	Daphnia hyalina / galeata	
	5136	Diaphanosoma brachyurum	(LIEVIN)
	5160	Leptodora kindtii	(FOCKE)
		Copepoda	
	5144	Eudiaptomus gracilis	(SARS)
	15335	Cyclops kolensis	(LILLJEBORG)
	5120	Cyclops	(O.F.MUELLER)
	5134	Diacyclops bicuspidatus	(CLAUS)
	5142	Eucyclops serrulatus	(FISCHER)
	5175	Mesocyclops leuckarti	(CLAUS)
	5217	Thermocyclops crassus	(FISCHER)
	15284	Thermocyclops oithonoides	(SARS)

Pinnsee		Protozoa	
	3610	Ciliophora	
		Rotatoria	
	5975	Anuraeopsis fissa	(GOSSE)
	5098	Asplanchna priodonta	(GOSSE)
	5957	Bdelloidea	
	5102	Brachionus angularis	(GOSSE)
	5974	Collotheca	(HARRING)
	5250	Conochilus hippocrepis	(SCHRANK)
	5118	Conochilus unicornis	(ROUSSELET)
	5010	Euchlanis dilatata	(EHRENBERG)
	5149	Filinia terminalis	(PLATE)
	5154	Hexarthra mira	(HUDSON)
	5163	Kellicottia longispina	(KELLICOTT)
	5331	Keratella cochlearis	(GOSSE)
	5165	Keratella cochlearis tecta - Reihe	
	5647	Keratella hiemalis	(CARLIN)
	5166	Keratella quadrata	(O.F.MUELLER)
	5264	Keratella valga	(EHRENBERG)
	5226	Lecane (Monostyla)	(BARTOS)
	5040	Lepadella	(BORY DE SAINT VINCENT)
	5958	Rotatoria	
	5201	Polyarthra	(EHRENBERG)
	5202	Polyarthra dolichoptera	(IDELSON)
	15278	Polyarthra major	(BURCKHARDT)
	5326	Polyarthra remata	(SKORIKOV)
	5204	Polyarthra vulgaris	(CARLIN)
	5234	Pompholyx sulcata	(HUDSON)
	5881	Synchaeta pectinata	(EHRENBERG)
	15332	Synchaeta stylata	(WIERZEJSKI)
	5054	Synchaeta	(EHRENERBG)
	5917	Trichocerca similis	(WIERZEJSKI)
	5189	Trichocerca	(LAMARCK)
		Cladocera	
	5092	Alonella nana	(BAIRD)
	5099	Bosmina coregoni	(BAIRD)
	5100	Bosmina longirostris	(O.F.MUELLER)
	5111	Ceriodaphnia quadrangula	(O.F.MUELLER)
	5116	Chydorus sphaericus	(O.F.MUELLER)
	5126	Daphnia cucullata	(SARS)
	5127	Daphnia galeata	(SARS)
		Copepoda	
	5146	Eudiaptomus vulgaris	(SCHMEIL)
	5122	Cyclops strenuus	(FISCHER)

	5175	Mesocyclops leuckarti	(CLAUS)
	15284	Thermocyclops oithonoides	(SARS)
		Sonstige	
	481	Chaoborus	(LICHTENSTEIN)
	1910	Dreissena	(VAN BENEDEN)
Bültsee		Protozoa	
	3610	Ciliophora	
		Rotatoria	
	5096	Ascomorpha ecaudis	(PERTY)
	5953	Ascomorpha ovalis	(CARLIN)
	5098	Asplanchna priodonta	(GOSSE)
	5957	Bdelloidea	
	15276	Brachionus diversicornis	(DADAY)
	5974	Collotheca	(HARRING)
	5250	Conochilus hippocrepis	(SCHRANK)
	5878	Conochilus natans	(SELIGO)
	5118	Conochilus unicornis	(ROUSSELET)
	5932	Gastropus stylifer	(IMHOF)
	5163	Kellicottia longispina	(KELLCOTT)
	5331	Keratella cochlearis	(GOSSE)
	5165	Keratella cochlearis tecta - Reihe	
	5647	Keratella hiemalis	(CARLIN)
	5166	Keratella quadrata	(O.F.MUELLER)
	5226	Lecane (Monostyla)	(BARTOS)
	5202	Polyarthra dolichoptera	(IDELSON)
	15278	Polyarthra major	(BURCKHARDT)
	5326	Polyarthra remata	(SKORIKOV)
	5204	Polyarthra vulgaris	(CARLIN)
	5234	Pompholyx sulcata	(HUDSON)
	5881	Synchaeta pectinata	(EHRENBERG)
	5054	Synchaeta	(EHRENERBG)
	5213	Trichocerca capucina	(WIERZEJSKI & ZACHARIAS)
		Cladocera	
	5099	Bosmina coregoni	(BAIRD)
	5100	Bosmina longirostris	(O.F.MUELLER)
	5110	Ceriodaphnia pulchella	(SARS)
	5111	Ceriodaphnia quadrangula	(O.F.MUELLER)
	5116	Chydorus sphaericus	(O.F.MUELLER)
	5126	Daphnia cucullata	(SARS)
	5874	Daphnia hyalina / galeata	
	5831	Daphnia x krausi	(FLOESSNER)
	5127	Daphnia galeata	(SARS)
	5136	Diaphanosoma brachyurum	(LIEVIN)

	5160	Leptodora kindtii	(FÖCKE)
		Copepoda	
	5146	Eudiaptomus vulgaris	(SCHMEIL)
	5088	Acanthocyclops robustus	(G.O.SARS)
	5121	Cyclops abyssorum	(SARS)
	15335	Cyclops kolensis	(LILLJEBORG)
	5123	Cyclops vicinus	(ULJANIN)
	5175	Mesocyclops leuckarti	(CLAUS)
		Sonstige	
	481	Chaoborus	(LICHTENSTEIN)
Garrensee		Protozoa	
	3610	Ciliophora	
		Rotatoria	
	5096	Ascomorpha ecaudis	(PERTY)
	5953	Ascomorpha ovalis	(CARLIN)
	5926	Ascomorpha saltans	(BARTSCH)
	5098	Asplanchna priodonta	(GOSSE)
	5957	Bdelloidea	
	5974	Collotheca	(HARRING)
	5250	Conochilus hippocrepis	(SCHRANK)
	5878	Conochilus natans	(SELIGO)
	5118	Conochilus unicornis	(ROUSSELET)
	5010	Euchlanis dilatata	(EHRENBERG)
	5148	Filinia longiseta	(EHRENBERG)
	5149	Filinia terminalis	(PLATE)
	5932	Gastropus stylifer	(IMHOF)
	5163	Kellicottia longispina	(KELLCOTT)
	5331	Keratella cochlearis	(GOSSE)
	5647	Keratella hiemalis	(CARLIN)
	5200	Ploesoma hudsoni	(IMHOF)
	5202	Polyarthra dolichoptera	(IDELSON)
	5326	Polyarthra remata	(SKORIKOV)
	5204	Polyarthra vulgaris	(CARLIN)
	5234	Pompholyx sulcata	(HUDSON)
	5054	Synchaeta	(EHRENERBG)
	5213	Trichocerca capucina	(WIERZEJSKI & ZACHARIAS)
	5654	Trichocerca rousseleti	(VOIGT)
	5917	Trichocerca similis	(WIERZEJSKI)
		Cladocera	
	5092	Alonella nana	(BAIRD)
	5100	Bosmina longirostris	(O.F.MUELLER)
	5111	Ceriodaphnia quadrangula	(O.F.MUELLER)
	5116	Chydorus sphaericus	(O.F.MUELLER)

	5126	Daphnia cucullata	(SARS)
	5127	Daphnia galeata	(SARS)
	5874	Daphnia hyalina / galeata	
	5128	Daphnia hyalina	(LEYDIG)
	5136	Diaphanosoma brachyurum	(LIEVIN)
		Copepoda	
	5144	Eudiaptomus gracilis	(SARS)
	15335	Cyclops kolensis	(LILLJEBORG)
	5121	Cyclops abyssorum	(SARS)
	5639	Cyclops bohater	(KOZMINSKI)
	5122	Cyclops strenuus	(FISCHER)
	5175	Mesocyclops leuckarti	(CLAUS)
	15284	Thermocyclops oithonoides	(SARS)
		Sonstige	
	481	Chaoborus	(LICHTENSTEIN)
Ihlsee		Protozoa	
	3610	Ciliophora	
		Rotatoria	
	5096	Ascomorpha ecaudis	(PERTY)
	5953	Ascomorpha ovalis	(CARLIN)
	5926	Ascomorpha saltans	(BARTSCH)
	5098	Asplanchna priodonta	(GOSSE)
	5957	Bdelloidea	
	5974	Collotheca	(HARRING)
	5250	Conochilus hippocrepis	(SCHRANK)
	5878	Conochilus natans	(SELIGO)
	5118	Conochilus unicornis	(ROUSSELET)
	5148	Filinia longiseta	(EHRENBERG)
	5149	Filinia terminalis	(PLATE)
	5932	Gastropus stylifer	(IMHOF)
	15399	Kellicottia bostoniensis	(ROUSSELET)
	5163	Kellicottia longispina	(KELLICOTT)
	5331	Keratella cochlearis	(GOSSE)
	5165	Keratella cochlearis tecta - Reihe	
	5647	Keratella hiemalis	(CARLIN)
	5650	Notholca labis	(GOSSE)
	5202	Polyarthra dolichoptera	(IDELSON)
	5326	Polyarthra remata	(SKORIKOV)
	5204	Polyarthra vulgaris	(CARLIN)
	5234	Pompholyx sulcata	(HUDSON)
	5054	Synchaeta	(EHRENERBG)
	5917	Trichocerca similis	(WIERZEJSKI)
	5189	Trichocerca	(LAMARCK)

		Cladocera	
	5099	Bosmina coregoni	(BAIRD)
	5100	Bosmina longirostris	(O.F.MUELLER)
	5110	Ceriodaphnia pulchella	(SARS)
	5111	Ceriodaphnia quadrangula	(O.F.MUELLER)
	5126	Daphnia cucullata	(SARS)
	5127	Daphnia galeata	(SARS)
	5128	Daphnia hyalina	(LEYDIG)
	5874	Daphnia hyalina / galeata	
	5136	Diaphanosoma brachyurum	(LIEVIN)
	5160	Leptodora kindtii	(FÖCKE)
		Copepoda	
	5144	Eudiaptomus gracilis	(SARS)
	5088	Acanthocyclops robustus	(G.O.SARS)
	5121	Cyclops abyssorum	(SARS)
	15335	Cyclops kolensis	(LILLJEBORG)
	5175	Mesocyclops leuckarti	(CLAUS)
	15284	Thermocyclops oithonoides	(SARS)
		Sonstige	
	1910	Dreissena	(VAN BENEDEN)
	481	Chaoborus	(LICHTENSTEIN)
Vierer See		Protozoa	
	3610	Ciliophora	
	3619	Tintinnopsis	
		Rotatoria	
	5096	Ascomorpha ecaudis	(PERTY)
	5926	Ascomorpha saltans	(BARTSCH)
	5098	Asplanchna priodonta	(GOSSE)
	5957	Bdelloidea	
	5102	Brachionus angularis	(GOSSE)
	5250	Conochilus hippocrepis	(SCHRANK)
	5878	Conochilus natans	(SELIGO)
	5118	Conochilus unicornis	(ROUSSELET)
	5148	Filinia longiseta	(EHRENBERG)
	5149	Filinia terminalis	(PLATE)
	5163	Kellicottia longispina	(KELLCOTT)
	5331	Keratella cochlearis	(GOSSE)
	5165	Keratella cochlearis tecta - Reihe	
	5647	Keratella hiemalis	(CARLIN)
	5166	Keratella quadrata	(O.F.MUELLER)
	5045	Notholca squamula	(O.F.MUELLER)
	5202	Polyarthra dolichoptera	(IDELSON)
	15278	Polyarthra major	(BURCKHARDT)

	5326	Polyarthra remata	(SKORIKOV)
	5204	Polyarthra vulgaris	(CARLIN)
	5234	Pompholyx sulcata	(HUDSON)
	5881	Synchaeta pectinata	(EHRENERBG)
	5054	Synchaeta	(EHRENERBG)
	5213	Trichocerca capucina	(WIERZEJSKI & ZACHARIAS)
	5917	Trichocerca similis	(WIERZEJSKI)
		Cladocera	
	5099	Bosmina coregoni	(BAIRD)
	5100	Bosmina longirostris	(O.F.MUELLER)
	5116	Chydorus sphaericus	(O.F.MUELLER)
	5126	Daphnia cucullata	(SARS)
	5127	Daphnia galeata	(SARS)
	5128	Daphnia hyalina	(LEYDIG)
	5831	Daphnia x krausi	(FLOESSNER)
	5136	Diaphanosoma brachyurum	(LIEVIN)
	5160	Leptodora kindtii	(FOCKE)
		Copepoda	
	5145	Eudiaptomus graciloides	(LILLJEBORG)
	5088	Acanthocyclops robustus	(G.O.SARS)
	5121	Cyclops abyssorum	(SARS)
	15335	Cyclops kolensis	(LILLJEBORG)
	5123	Cyclops vicinus	(ULJANIN)
	5134	Diacyclops bicuspidatus	(CLAUS)
	5175	Mesocyclops leuckarti	(CLAUS)
	5217	Thermocyclops crassus	(FISCHER)
	15284	Thermocyclops oithonoides	(SARS)
		Sonstige	
	1910	Dreissena	(VAN BENEDEN)
	481	Chaoborus	(LICHTENSTEIN)