

Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2020 – Los 2:

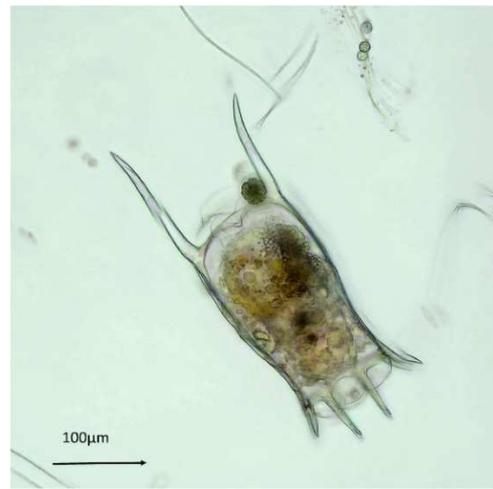
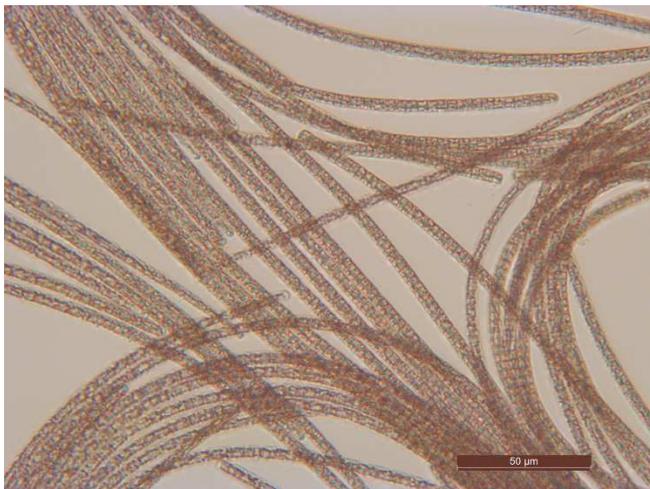
Arenholzer See, Bistensee, Brahmsee, Süseler See,
Trammer See, Ukleisee, Wardersee (Warder)

(Vergabe-Nr ZB-U0-20-0415000-4122.1)

Bericht

für das

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



von

Dr. Wolfgang Arp & Dr. Ute Michels
Berlin und Wildau, Mai 2022

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,
Otawastr. 19, 13351 Berlin (Tel. 030 / 450 274 18). Email: w.arp@limplan.de

Phytoplanktonuntersuchungen:

Dr. Wolfgang Arp (Lugolproben)

Dr. Juliane Kasten, Lüttig & Friends (Pelagialdiatomeen)

Zooplanktonuntersuchungen:

Dr. Ute Michels (Aqualytis)

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

Dr. Wolfgang Arp (PSI)

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

Dr. Ute Michels (Aqualytis)

Bericht:

Dr. Wolfgang Arp, Dr. Ute Michels

Fotos Titelseite:

Links: Mikroskopische Aufnahme (Lebendprobe) der Burgunderblutalge (*Planktothrix rubescens*) im Ukleisee am 01.04.2019 (250fache Vergrößerung) (Foto Dr. M. Bahnwart).

Rechts: Rädertier *Keratella quadrata* aus dem Ukleisee 2020.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	6
2	Einleitung und Zielsetzung	8
3	Kenndaten der untersuchten Gewässer	9
4	Methodik	10
4.1	Feldmethoden	10
4.2	Labormethoden Planktonanalysen	12
4.2.1	Phytoplanktonanalyse	12
4.2.2	Pelagialdiatomeen	13
4.2.3	Zooplanktonanalyse	13
4.2.4	Daten- und Fotodokumentation	15
4.3	Bewertung mittels Phytoplankton (PSI) im Rahmen der EU-WRRL	15
4.4	Auswertung Zooplankton mit PhytoLoss	16
4.5	Aus- und Bewertung Zooplankton	18
5	Ergebnisse	19
5.1	Kurzüberblick	19
5.1.1	Trophische Parameter	19
5.1.2	Phytoplankton	23
5.1.3	Zooplankton	24
5.2	Indices PhytoSee und PhytoLoss	28
5.2.1	Phyto-See-Index (PSI)	28
5.2.2	PhytoLoss-Bewertung	30
5.3	Plankton Arenholzer See	31
5.3.1	Ergebnisse Phytoplankton	32
5.3.2	Ergebnisse Zooplankton	33
5.3.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Arenholzer See	37
5.4	Plankton Bistensee	41
5.4.1	Ergebnisse Phytoplankton	42
5.4.2	Ergebnisse Zooplankton	43
5.4.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Bistensee	47
5.5	Plankton Brahmsee	54
5.5.1	Ergebnisse Phytoplankton	55
5.5.2	Ergebnisse Zooplankton	56
5.5.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Brahmsee	60

5.6	Plankton Süsser See	66
5.6.1	Ergebnisse Phytoplankton	67
5.6.2	Ergebnisse Zooplankton	68
5.6.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Süsser See	72
5.7	Plankton Trammer See	76
5.7.1	Ergebnisse Phytoplankton	77
5.7.2	Ergebnisse Zooplankton	78
5.7.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Trammer See.....	83
5.8	Plankton Ukleisee	89
5.8.1	Ergebnisse Phytoplankton	89
5.8.2	Ergebnisse Zooplankton	91
5.8.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Ukleisee	95
5.9	Plankton Wardersee, Warder	99
5.9.1	Ergebnisse Phytoplankton	100
5.9.2	Ergebnisse Zooplankton	101
5.9.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Wardersee, Warder.....	105
6	Literatur	110
7	Bestimmungsliteratur.....	117
8	Tabellenverzeichnis.....	121
9	Abbildungsverzeichnis.....	125
10	Anschriften der Verfasser.....	130
11	Anhang.....	131
11.1	Messstellen, Probenahmeterminen und -tiefen der Mischproben	131
11.2	Messstellen, Probenahmeterminen und -tiefen der Zoopl.Proben	132
11.3	Artenlisten Phytoplankton incl. Pelagialdiatomeen (Seen 2020, Los 2).....	133
11.4	Artenliste Zooplankton (Seen 2020, Los 2).....	151

1 Zusammenfassung

Im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) sowie des bundesweiten Seenmonitoring-Programms wurde 2020 in Schleswig-Holstein das Phytoplankton und Zooplankton untersucht.

Von allen Seen (Los 2) wurden in nahezu monatlichen Abständen während der Saison (meistens März bis Oktober) aus unterschiedlichen Tiefen Schöpfproben als Mischproben für die Phytoplanktonanalyse entnommen. Für die Zooplanktonanalyse wurden neben Schöpfproben auch Proben von Vertikalnetzzügen der Maschenweite 55 µm entnommen (Daten vom LLUR).

In diesem Projekt wurden die bereitgestellten Proben mikroskopisch analysiert und anschließend Abundanzen und Biomassen berechnet. Zudem wurden die Seen anhand der Qualitätskomponente (QK) Phytoplankton (Phyto-See, Version 7.1) bewertet. Des Weiteren wurde das Zooplankton mit dem Verfahren PhytoLoss Version 3.0.4 bewertet, bei dem der Kopplungsgrad zum Phytoplankton und der mögliche Fischfraßdruck näher beleuchtet wurde.

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

- Der polymiktische **Arenholzer See** (Planktontyp 11.1) ist im Sommer phasenweise schwach geschichtet, wobei ein Großteil der Seefläche zu dieser Zeit voll durchmischt ist. Die Phosphorgehalte, die bis zum Frühsommer moderat erhöht sind, steigen ab dem Hochsommer bei teils anaeroben Bedingungen im Tiefenwasser deutlich an ($>> 0,1$ mg/l TP), während das Phytoplankton keine sommerlichen Zuwächse hat. Der Arenholzer See weist geringe Stickstoffgehalte auf, auch in Relation zum Phosphor, so dass insbesondere im Sommer von einer Limitierung des Phytoplanktonwachstums durch Stickstoff auszugehen ist. Der See wird deutlich von centrischen Diatomeen (Kieselalgen) und im Sommer zusätzlich von Dinoflagellaten (*Ceratium*) dominiert. Nostocale Blaualgen treten kaum auf. Der eutroph 2 eingestufte See wurde bei nur moderat erhöhten Phytoplanktonbiomassen mittels der QK Phytoplankton für 2020 mit „gut“ bewertet. Die Biomasse des Zooplanktons ist mäßig hoch. Nach den mit PhytoLoss ermittelten Indices liegt die Futterqualität ganzjährig auf geringem Niveau. Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonbiomasse (Z/P) ist durchschnittlich und die Fischfraß-Effekte sind mäßig.
- Der polymiktisch eingestufte **Bistensee** hat eine relativ große mittlere Tiefe und ist im Sommer stabil geschichtet, wenn auch mit weniger steilem Temperaturgradienten wie tiefe geschichtete Seen, z.B. der Trammer See. Der windexponierte See mit großem Epilimnion wird im Sommer bei deutlich steigenden Phosphorgehalten von Cyanobakterien dominiert (*Microcystis*), wobei die Biomassen nur moderat erhöht sind. Die geringen Umsätze von Phosphor in Biomasse werden diskutiert. Die im Jahr 2020 gegenüber früheren Jahren deutlich erhöhten Phosphorgehalte haben zumindest im Frühjahr zu einer ausgeprägten Kieselalgenblüte geführt. Der eutroph 2 eingestufte See wurde mittels der QK Phytoplankton für 2020 mit „gut“ bewertet. Es ist seit 2004 kein Trend erkennbar. Die Biomasse des Zooplanktons ist niedrig, nach den mit PhytoLoss ermittelten Indices liegt

die Futterqualität ganzjährig auf sehr geringem Niveau. Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonbiomasse (Z/P) ist gering und die Fischfraß-Effekte sind mäßig.

- Der polymiktische **Brahmsee** (Planktontyp 11.1) liegt bezüglich des sommerlichen Schichtungsverhaltens zwischen Arenholzer See und Bistensee. Ähnlich wie in beiden Seen steigen die Phosphorhalte, die bis zum Frühsommer moderat erhöht sind, ab dem Hochsommer bei teils anoxischen Bedingungen im Tiefenwasser deutlich an ($>> 0,1 \text{ mg/l TP}$), während das Phytoplankton kaum sommerliche Zuwächse hat. Mögliche Gründe für den geringen Umsatz von Phosphor in Algenbiomasse werden diskutiert. Stickstoffmangel ist deutlich weniger ausgeprägt als im Arenholzer See. Der See wird im Sommer v.a. von der Blaualgengattung *Microcystis* dominiert, die sich gegenüber den Dinoflagellaten (*Ceratium*) alljährlich durchsetzt. Der eutroph 2 eingestufte See wurde mittels der QK Phytoplankton für 2020 mit „gut“ bewertet. Ein Trend ist nicht erkennbar. Die Biomasse des Zooplanktons ist durchschnittlich, nach den mit PhytoLoss ermittelten Indices liegt die Futterqualität ganzjährig auf niedrigem Niveau. Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonbiomasse (Z/P) ist erhöht und die Fischfraß-Effekte sind mäßig.
- Der sehr flache **Süseler See** (Planktontyp 11.1) ist im Sommer ebenfalls phasenweise schwach geschichtet. Die Phosphorhalte, die bis zum Frühsommer moderat erhöht sind, steigen ab dem Hochsommer leicht an und blieben 2014 und 2020 unterhalb $100 \mu\text{g/l TP}$. Der Umsatz von Phosphor in Algenbiomasse ist deutlich höher als in den anderen hier untersuchten Seen des Typs 11.1. Auch 2004 bei sommerlichen TP-Gehalten $> 100 \mu\text{g/l}$ war der Umsatz erhöht. Im Sommer und Herbst dominieren in allen drei untersuchten Jahren neben centrischen Bacillariophyceen v.a. nostocale Blaualgen, 2004 und 2020 zusätzlich auch *Microcystis*. Wegen des erhöhten Umsatzes wurde der eutroph 2 eingestufte See mittels der QK Phytoplankton für 2020 mit „mäßig“ bewertet. Ein Trend ist seit 2005 nicht erkennbar. Die Biomasse des Zooplanktons ist durchschnittlich, nach den mit PhytoLoss ermittelten Indices liegt die Futterqualität ganzjährig auf niedrigem Niveau. Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonbiomasse (Z/P) ist schwach und die Fischfraß-Effekte sind mäßig.
- Der **Trammer See** als relativ großer, tiefer und salzreicher See (unterseeische Salzquelle) ist sommerlich sehr stabil geschichtet (Planktontyp 13) und weist im oberen durchlichteten Wasserkörper nur während der Zirkulationsphasen erhöhte Phosphorgehalte auf. Entsprechend sind die frühjährlichen Kieselalgenpeaks teilweise sehr ausgeprägt und die Phytoplanktongehalte im Sommer/Herbst während der Schichtung nur leicht erhöht. Der eutroph 1 eingestufte See wurde mittels der QK Phytoplankton für 2020 vor allem aufgrund eines hohen Frühjahrspeaks mit „mäßig“ bewertet. Nach 2005 ist eine Verbesserung in der Einstufung des Sees erkennbar (Trophie und Phytoplankton). Beim Zooplankton liegt nach den mit PhytoLoss ermittelten Indices die Futterqualität ganzjährig auf niedrigem Niveau. Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonbiomasse (Z/P) ist hoch und die Fischfraß-Effekte sind gering.
- Der kleinflächige ($< 50 \text{ ha}$) stabil geschichtete **Ukleisee** (Planktontyp 10.1) hat die Besonderheit, dass das Phytoplankton in der nahezu gesamten Saison deutlich durch die Burgunderblutalge (*Planktothrix rubescens*) dominiert ist (Untersuchungen 2013, 2019 und 2020). Diese durch ein Hilfspigment des Chlorophylls rot gefärbte fädige Blaualge schichtet sich im Sommer als „Schwachlichtalge“ im unteren Metalimnion ein und bildet

ein Tiefenchlorophyllmaximum (DCM), während die Alge im Winterhalbjahr bei voll durchsichtigem Wasserkörper und unter günstigen Bedingungen weiterwachsen und den See rot färben kann, so im Jahr 2019. Der eutroph 1 eingestufte See wurde mittels der QK Phytoplankton für 2020 mit „mäßig“ bewertet. Im Ukleisee wurde 2020 die niedrigste Biomasse des Zooplanktons für Los 2 festgestellt, nach den mit PhytoLoss ermittelten Indices liegt die Futterqualität ganzjährig auf niedrigem Niveau. Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonbiomasse (Z/P) ist niedrig und die Fischfraß-Effekte sind mäßig.

- Der relativ kleinflächige **Wardersee bei Warder**, der direkt mit dem Brahmsee verbunden ist und von diesem gespeist wird, ist flacher als der Brahmsee, weist aber alljährlich sehr ähnliche Phytoplanktonstrukturen auf. Auch der Wardersee ist zum Ende des Sommers deutlich durch *Microcystis* geprägt, wobei die Algenbiomassen auch hier trotz stark ansteigender Phosphorgehalte nur moderat erhöht sind. Mögliche Gründe für den insgesamt schwachen Umsatz von Phosphor in Algenbiomasse werden diskutiert, wobei eine Einflussgröße die Unterwasserpflanzen sind, die stark vertreten sind (Deckungsgrad bis zur unteren Makrophytengrenze 50 %). Der eutroph 2 eingestufte See wurde mittels der QK Phytoplankton für 2020 mit „gut“ bewertet. Ein eindeutiger Trend ist seit 2005 nicht erkennbar. Die Biomasse des Zooplanktons ist durchschnittlich, nach den mit PhytoLoss ermittelten Indices liegt die Futterqualität ganzjährig auf sehr niedrigem Niveau. Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonbiomasse (Z/P) ist durchschnittlich und die Fischfraß-Effekte sind mäßig.

2 Einleitung und Zielsetzung

Im Jahr 2020 waren 7 natürliche Seen > 50 ha bezüglich der Phytoplanktonentwicklung im Rahmen des operativen Monitorings nach EU-WRRL zu untersuchen. Gleichzeitig ist im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) aus dem Jahr 2000 (EUROPÄISCHE UNION 2000) die Bewertung des ökologischen Zustandes von Seen gefordert, u.a. die Untersuchung der Zusammensetzung, Abundanz und Biomasse des Phytoplanktons (inkl. Profundaldiatomeen). Dies war auch Anlass, den ökologischen Zustand der 7 Seen anhand des Phytoplanktons (Phytosee) im Jahr 2020 zu untersuchen.

Zum besseren Verständnis der Planktonzönose und der Nahrungskettensteuerung war zudem die Entwicklung des Zooplanktons zu analysieren und zu bewerten. Dies 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 und mögliche Ursachen der saisonalen Entwicklung zu beschreiben.

3 Kenndaten der untersuchten Gewässer

Es wurden 7 natürliche Seen mit jeweils einer Messstelle an der tiefsten Stelle untersucht. Alle Seen, ausgenommen der Ukleisee, sind > 50 ha groß und damit WRRL-Seen (Tab. 1). Alle untersuchten Seen sind gut gepuffert und natürlichen Ursprungs.

In Tab. 2 sind die Messstellen des jeweiligen Sees aufgelistet.

Tab. 1: Kenndaten der 7 untersuchten Seen 2020, Los 2 (Datenquelle: LLUR).
Erläuterungen: VQ = Volumenquotient = oberird. Einzugsgebietsfläche / Seevolumen. *: Seetyp nach MATHES et al. (2005) für Seen > 50 ha). **: Planktontyp nach MISCHKE & NIXDORF (2008).

See-Nr.	F_S_Name	Seetyp *	Plankton-typ **	Seefläche (ha)	mittl Tiefe (m)	max Tiefe (m)	VQ (km ² 10 ⁶ m ⁻³)	Verweilzeit (a)
0009	Arenholzer See	11	11.1	81,3	4,3	9,6	2,4	1,3
0025	Bistensee	11	11.1	146	7,2	14,4	2,1	1,5
0042	Brahmsee	11	11.1	109	5,5	10,4	9,9	0,3
0403	Süseler See	11	11.1	76,3	3,8	9,3	3,3	1,0
0413	Trammer See	13	13	160	11,3	33,4	0,2	14
0425	Ukleisee	10	10.1	33,1	7,2	17	5,0	0,6
0433	Wardersee, Warder	11	11.1	55,0	4,3	8,8	28,3	0,1

Tab. 2: Auflistung der 7 untersuchten Messstellen 2020 mit den See- und Messstellen-Nummern. (Quelle: LLUR). Die Seen sind alphabetisch geordnet.

See-Nr.	F_S_Name	MS-Nr	M_Name
0009	Arenholzer See	129094	Arenholzer See, tiefste Stelle
0025	Bistensee	129133	Bistensee, tiefste Stelle
0042	Brahmsee	129098	Brahmsee, tiefste Stelle
0403	Süseler See	129058	Süseler See, tiefste Stelle
0413	Trammer See	129123	Trammer See, tiefste Stelle
0425	Ukleisee	129192	Ukleisee, tiefste Stelle
0433	Wardersee, Warder	129091	Wardersee_RD, tiefste Stelle

4 Methodik

4.1 Feldmethoden

Die Probenahme an den Seen erfolgte durch das Ingenieurbüro für Wasser, Boden und Umweltschutz (wbu), Mühl Rosin (Landkreis Rostock).

Von allen Seen wurden im Zeitraum März bis Oktober in etwa monatlichen Abständen aus unterschiedlichen Tiefen Schöpfproben als Mischproben 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, Verfahrensanweisung: 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 10m Tiefe.

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

Die Proben für die **Zooplanktonanalyse** wurden an der tiefsten Stelle entweder

- durch Vertikalzüge mit einem Planktonnetz der Maschenweite 55 μ m 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) oder
- als integrierte Schöpfproben aus verschiedenen Tiefen entnommen.

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 2020 in etwa monatlichem Rhythmus insgesamt folgende Anzahl Proben entnommen (Messstellen und Termine siehe Anhang Kap. 11.1 und 11.2):

- 50 Schöpfproben als integrierte Mischproben von 7 Messstellen für das **Phytoplankton**, ausgenommen Schwansener See und Sehlendorfer Binnensee (aus 0,5 m), mit anschließender Lugolfixierung. Von den 50 Proben wurden **49 Schöpfproben** ausgewertet.
- 50 Schöpfproben (Rückstellproben) für die Erstellung von Schalenpräparaten zur **Diatomeenanalyse**, mit anschließender Lugolfixierung. Davon wurden 16 Proben präpariert und ausgewertet (s.u.)
- 50 Netz- (Vertikalzüge) von 7 Messstellen für die Analyse des **Zooplanktons**, mit anschließender Formalinfixierung. Alle 50 Proben wurden ausgewertet.

4.2 Labormethoden Planktonanalysen

4.2.1 Phytoplanktonanalyse

Das Phytoplankton wurde durch Auswertung von 49 bereitgestellten lugolisierten Schöpfproben analysiert.

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 (Website Dr. Ute Mischke, IGB, mit 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. Es wurden von 16 Proben Präparate angefertigt und analysiert.

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 Zooplanktonanalyse

Es wurden alle 35 bereitgestellten formalinfixierten Netzproben analysiert.

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 250 – 1000 ml Kolben suspendiert. Aus dieser Suspension wurden zwei oder mehr Teilproben entnommen. Als Zählkammern wurden Röhrenkammern (5 und 10ml Kammern) verwendet, die nach einer Sedimentationszeit von ca. 10 (Crustaceen) bis 30 Minuten (Rotatorien) unter dem inversen Mikroskop 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; TÜMPLING & 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- μ m-Schritten aufgeteilt, während die Copepoden nach Stadien (Nauplien, C1, C2, C3, C4, C5, Männchen, Weibchen) eingeteilt wurden (ca. 100- bis 200- μ m-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 weitgehend 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), FLÖBNER (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 μ m wurden als *P. remata* determiniert; Individuen mit etwa körperlangen bzw. deutlich über körperlangen Schwimmflossen und einer Körperlänge zwischen ca. 100 und 150 μ m 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.

4.2.4 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 alle Wasserkörper mit Ausnahme der beiden brackigen Strandseen bewertet. Die Bewertung erfolgte nach MISCHE et al. (2008), mit den neuesten Ergänzungen und Änderungen der Software (**PHYTOSEE 7.1**, 08.06. 2020, MISCHE ET AL. 2017, <http://www.gewaesser-bewertung.de>). Es wurde für die Bewertung der Monat November mit einbezogen.

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 Seebewertung 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 Referenztrophie 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 nicht durchgeführt.
- Aus allen drei (ggfs. vier) Teilkomponenten wird, spezifisch für jeden Seetyp, mithilfe von Gewichtungsfaktoren der **Gesamindex (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. 2015, 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 mithilfe von Zooplankton-Indizes.

- 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. $6 \mu\text{g L}^{-1}$ (das 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).

4.5 Aus- und Bewertung Zooplankton

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 (Ende Juni bis Anfang Oktober) berücksichtigt wurde. Das Biovolumen (= Frischgewicht) der Crustaceen wurde durch Umrechnung der Trockengewichte ermittelt: $\text{Trockenmasse (mg/L)} \times 10 = \text{Biovolumen (mm}^3\text{/L)}$.

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.

Klassifizierung der Biomassen von Zooplankton nach TGL 27885/01

In der TGL 27885/01 wurden stehende Gewässer auf Basis der Merkmalskomplexe „hydrografische und territoriale Kriterien“, trophische Kriterien“ und „Salzgehalt, besondere und hygienisch relevante Kriterien“ klassifiziert. Innerhalb der Merkmalsgruppe „trophische Kriterien“ wird auch die Zooplanktonbiomasse (Entnahme aus dem Epilimnion, Mittelwert April-September) berücksichtigt. Die einzelnen 5 Klassenstufen entsprechen dabei den Trophiegraden oligotroph – mesotroph – eutroph (geschichtet oder ungeschichtet) – polytroph - hypertroph (TGL 1982). Im hier vorliegenden Bericht wird jeweils bei der Beurteilung / Diskussion der Zooplankton-Biomasse zusätzlich auf diese TGL und den Bezug zur Trophie verwiesen. Da die Zoodaten damals aus dem Epilimnion stammten, ist ein direkter Vergleich mit den Daten der Vertikalzüge in diesem Bericht für 2020 nicht möglich, sondern dienen nur als Anhaltspunkt.

Unabhängig vom Vergleich der eigenen Ergebnisse zum Zooplankton und zur Trophie nach TGL ist zukünftig zu diskutieren, die durch den Vertikalzug hier im Bericht ermittelten Biomassen auf eine bestimmte Tiefe, z.B. die mittlere Tiefe, umzurechnen, um das Zooplankton der verschiedenen Seen besser miteinander zu vergleichen.

5 Ergebnisse

5.1 Kurzübersicht

5.1.1 Trophische Parameter

In Tab. 5 sind Jahresmittel wichtiger trophischer Parameter für die Seen 2020, Los2, aufgelistet. Alle untersuchten Seen sind kalkreich und gut gepuffert. Beim Gesamtstickstoff fallen die relativ geringen Gehalte im Arenholzer See und Trammer See auf, beim Phosphor insbesondere die relativ niedrigen Gehalte im Ukleisee, die jedoch ausgeprägt in Algenbiomasse umgesetzt wurden.

5 der 7 untersuchten Seen sind polymiktisch (Typ 11.1). 2 Seen sind stabil geschichtet (Trammer See und Ukleisee, Typ 13 und 10). Beide letztgenannten Seen wurden für 2020 eutroph 1 eingestuft, während alle polymiktischen Seen eutroph 2 sind (Tab. 5, Trophieeinstufung vom LLUR).

Tab. 5: **Jahresmittelwerte** wichtiger limnologischer Parameter der See-Messstellen 2020, Los 2.

*: Planktontyp nach MISCHKE & NIXDORF (2008).

Erläuterungen: Chemiewerte (TP und TN) aus 1 m Tiefe; BV (Biovolumen) und Chl.a als integrierte Probe. Datenquelle außer dem Biovolumen: LLUR. * Mittelwert Biovolumen Ukleisee aus 8 Proben (Jan-Okt. 2020).

MS_NR	M_NAME1	Plankt.- Typ	TP (mg/l)	TN (mg/l)	Sicht- tiefe (m)	Chl.a (µg/l)	BV (mm ³ /l)	Trophie- Index (LAWA 2014)
129094	Arenholzer See, tiefste Stelle	11.1	0,141	0,72	2,5	14,5	2,81	3,12
129133	Bistensee, tiefste Stelle	11.1	0,188	1,69	2,0	16,9	4,53	3,44
129098	Brahmsee, tiefste Stelle	11.1	0,101	1,80	1,7	15,2	2,60	3,15
129058	Süseler See, tiefste Stelle	11.1	0,047	1,93	1,7	30,9	4,27	3,18
129123	Trammer See, tiefste Stelle	13	0,056	0,56	5,6	10,1	1,36	2,57
129192	Ukleisee, tiefste Stelle*	10.1	0,034	1,23	2,4	25,0	3,63*	2,75
129091	Wardersee_RD, tiefste Stelle	11.1	0,105	1,59	1,7	13,1	1,87	3,11

In Abb. 1 sind die mittleren Gehalte (Median) und 25%- und 75%-Perzentile je See-Messstelle 2020 für Gesamtphosphor (TP), Chl.a und das Phytoplankton-Biovolumen dargestellt:

- Der Vergleich der 7 Seen zeigt hohe mittlere TP-Gehalte in den 4 polymiktischen Seen Bistensee, Arenholzer See, Wardersee bei Warder und Brahmsee (um 0,1 mg/l und größer) und moderat erhöhte TP-Gehalte im Trammersee, Süseler See und Ukleisee (um 0,05 mg/l und niedriger).
- Der Umsatz von Phosphor in Algenbiomasse (Chl.a und Biovolumen) ist in beiden Seegruppen verschieden. Während in den oben genannten 4 polymiktischen Seen und im Trammer See der Phosphor relativ schwach in Biomasse umgesetzt wird, ist der Umsatz im Süseler See (Typ 11.1) und Ukleisee (Typ 10.1) deutlich stärker (weiteres s.u. und in den einzelnen Seenkapiteln).

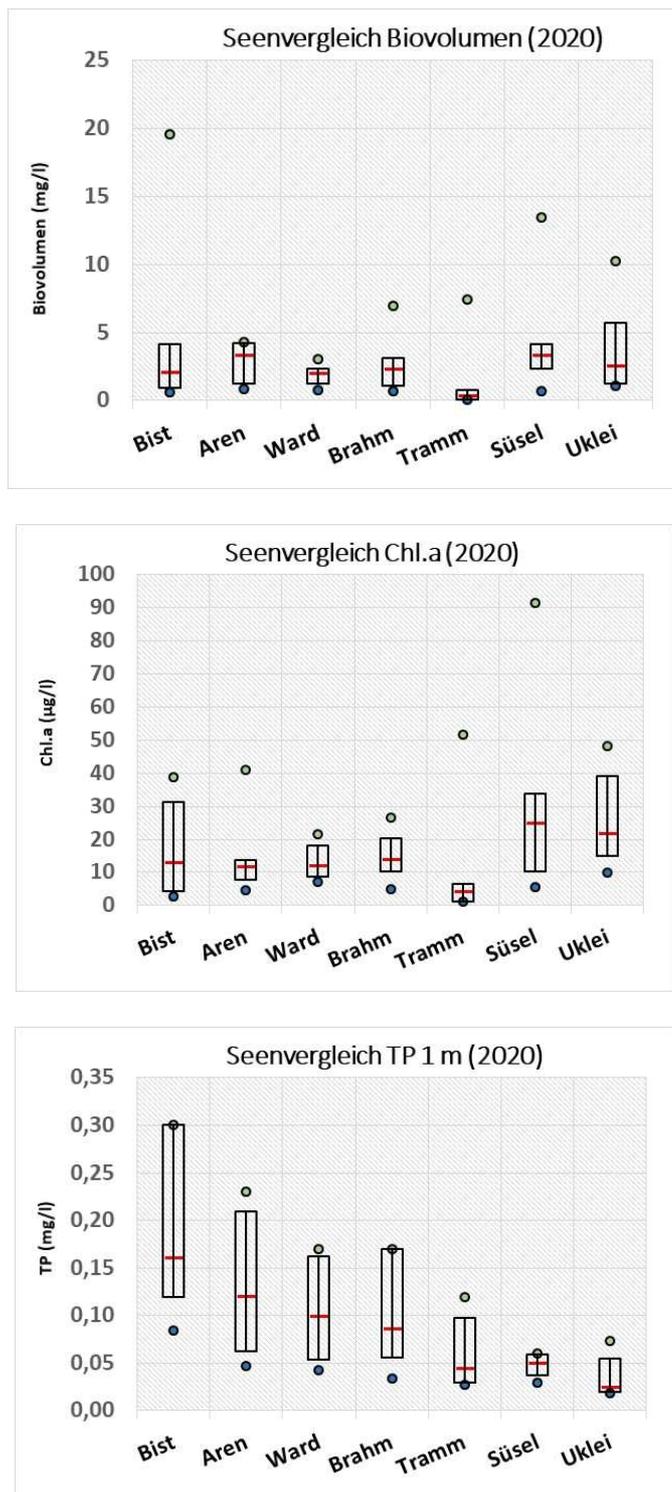


Abb. 1: Reihung der 7 Seen 2020, Los 2, hinsichtlich des Phytopl.-Biovol. (**oben**), Chl.a (**Mitte**), und Gesamtphosphor (TP) in 1 m Tiefe (**unten**), über den gesamten Untersuchungszeitraum 2020 durch ein Kastendiagramm (Boxplot): Mediane (roter Querstrich), 25- und 75%-Perzentil (Kasten) und Min- und Max-Werte (grüne Kreise). **Sortierung nach dem TP.**

Abkürzungen: Bist = Bistensee, Aren = Arenholzer See, Ward = Wardersee, Warder, Brahm = Brahmsee, Tramm = Trammer See, Süsel = Süsseler See, Uklei = Ukleisee.

Langzeitliche trophische Entwicklung der Seen und Vergleich untereinander

Zu jedem See wurden auch trophische Altdaten früherer Jahre mit ähnlicher Probenanzahl und Feldmethodik ausgewertet (Altdaten zur Trophie vom LLUR ab 2004, genaueres siehe einzelne Seekapitel). Setzt man den wichtigsten Nährstoff Phosphor (hier als Gesamt-P) in Beziehung zur Algenbiomasse (hier Chl.a), jeweils als Saisonmittel, zeigt sich wie auch schon in Abb. 1 sichtbar der unterschiedliche Umsatz von P in Chl.a in den einzelnen Seen, noch ergänzt um die Entwicklung über mehrere Jahre (Abb. 2).

In Abb. 2 ist eine engere Korrelation von TP und Chl.a beim Trammer See, Süseler See und Ukleisee erkennbar (hellblau getönte Seengruppe), während bei den restlichen Seen (hellrot getönten Seegruppe) bei steigenden P-Gehalten keine entsprechende Erhöhung von Chl.a erkennbar ist. Hier ist das Phytoplanktonwachstum oberhalb von etwa 80-90 µg/l TP deutlich gehemmt. Mögliche Gründe für den schlechten Umsatz von P in Algenbiomasse werden im folgenden Kap. 5.1.2 und in den Einzelkapiteln diskutiert.

Insgesamt liegt die Beziehung der Saisonmittel Gesamtphosphor zu Chlorophyll a bei den 3 Seen, Trammer See, Süseler See und Ukleisee, oberhalb der Regressionsgraden der Beziehung Chl.a zu TP von deutschen Seen.¹ Unterhalb dieser Geraden liegen die übrigen 4 Seen. Der Vergleich der 7 Seen zeigt folgendes (Abb. 1 und Abb. 2; Details siehe einzelne Seekapitel):

- Der **Arenholzer See** ist in allen 3 untersuchten Jahren im Mittel sehr phosphorreich, wobei relativ wenig Algenbiomasse gebildet wird. Blaualgen sind von untergeordneter Bedeutung. Es ist kein langjähriger Trend erkennbar.
- Der **Bistensee** weist in den 5 untersuchten Jahren starke Schwankungen beim Gesamtphosphor auf, wobei nur in einem Jahr (2005) bei den niedrigsten Phosphorgehalten der Umsatz in Algenbiomasse relativ hoch war. Das Chl.a liegt nach 2005 relativ zum Phosphor auf niedrigem Niveau mit geringen Schwankungen zwischen den Jahren. 2020 waren die deutlich höchsten P-Gehalte, ohne dass sich der Chl.a-Gehalt erhöhte.
- Der **Brahmsee** und der benachbarte **Wardersee bei Warder**, beide in direkter Verbindung stehend und ähnlich tief, liegen auch grafisch nah beieinander, wobei der Wardersee in Abb. 2 noch etwas unterhalb des Brahmsees liegt und somit einen noch schlechteren Umsatz aufweist. In beiden Seen ist im Anfangsjahr 2005 der Umsatz von P in Chl.a noch erhöht, in späteren Jahren jedoch ähnlich wie im Bistensee deutlich abnehmend.
- Der sehr flache **Süseler See** weist in allen Jahren eine engere Chl.a./TP-Beziehung als in den meisten Jahren der obigen Seen auf. Bei verschiedenen hohen Phosphorgehalten in den einzelnen Jahren ist der Umsatz stets moderat hoch, auch bei TP-Werten > 0,1 mg/l. Meistens sind die P-Gehalte niedrig bis moderat erhöht. Bei diesen Gehalten ist der Umsatz in Algenbiomasse meist höher als bei höheren P-Gehalten.

¹ Die Regressionsgrade wurde anhand der Datensätze für Chl.a und Gesamtphosphor (jeweils Saisonmittel) von 702 Jahrgängen (geschichtete Tieflandseen) und 306 Jahrgängen (polymikt. Seen < 3 m mittl. Tiefe) im Rahmen der Trophieermittlung deutscher Seen erstellt (Datenstand 2012) (LAWA 2014).

- Der **Ukleisee** weist in allen Jahren einen stets erhöhten Umsatz von P in Chl.a (Chl.a/TP u bis 1,0), aufgrund der stets starken Dominanz bzw. sehr guten P-Ausnutzung der Burgunderblutalge (*Planktothrix rubescens*), einer Schwachlichtalge.
- Der **Trammer See** weist in allen 4 untersuchten Jahren im Mittel ähnliche moderat erhöhte TP-Gehalte auf, die jedoch von 2005 über 2010 bis 2014 und 2020 unterschiedlich in Algenbiomasse umgesetzt wurden. Es ist eine Verbesserung der Trophie im Verlauf der 16 Jahre erkennbar, von eutroph2 an der Grenze zu polytroph 1 bis zu eutroph1 an der Grenze zu mesotroph 2.

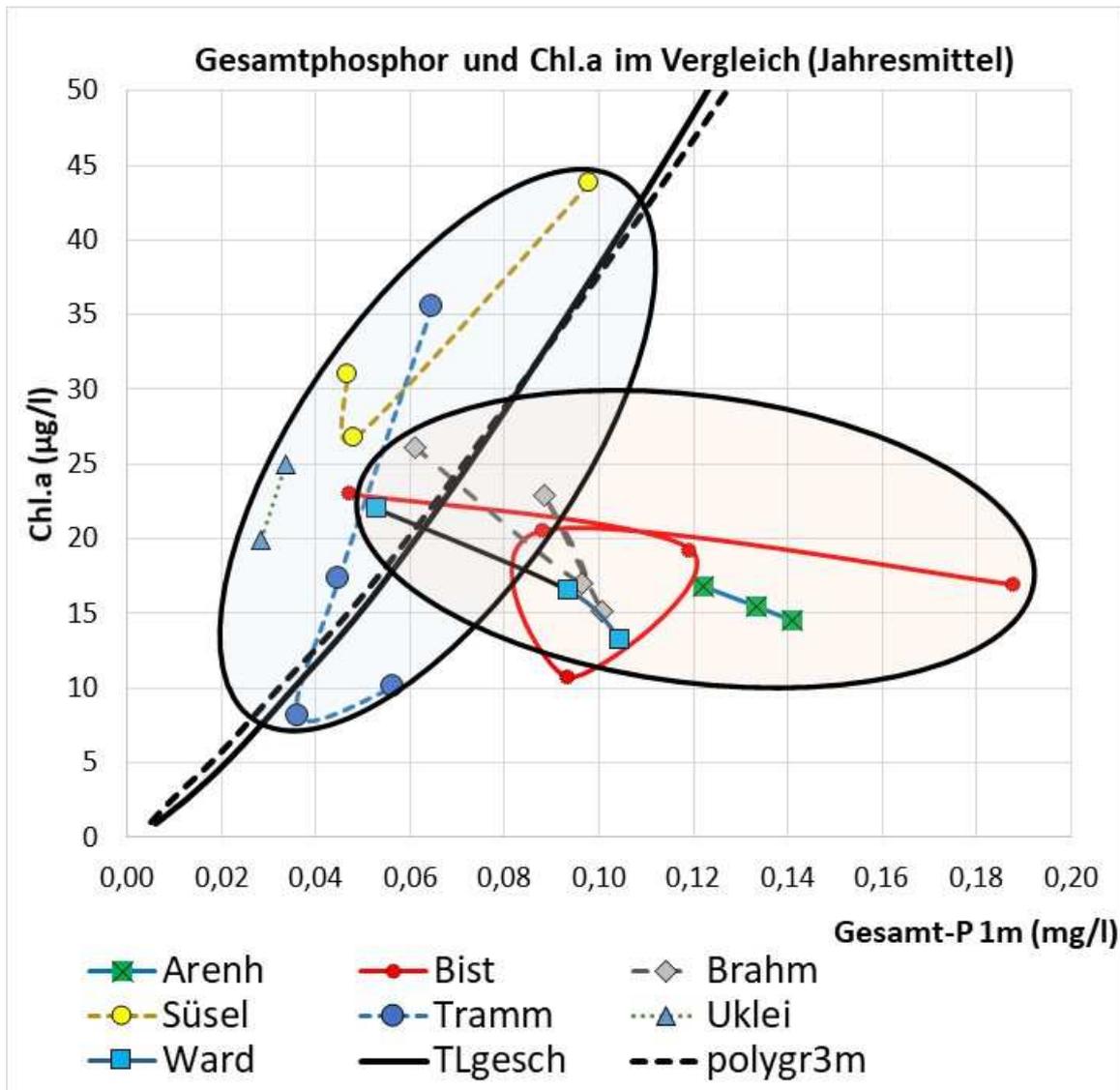


Abb. 2: Beziehung von Gesamtphosphor (TP) in 1 m Tiefe zu Chl.a der 7 Seen, Los 2, für verschiedene Jahre (n = 24): Jeweiliges Saisonmittel eines Sees (Punkte), wobei die Seenjahre jedes Sees chronologisch miteinander verbunden sind. Drei Seen im **hellblau getönten** Bereich weisen eine engeren Chl.a-TP-Beziehung auf als die vier Seen im **hellrot getönten** Bereich. Die 2 Regressiongeraden entstammen LAWA 2014 (siehe Text).

Abkürzungen: Aren = Arenholzer See, Bist = Bistensee, Brahm = Brahmsee, Süssel = Süseler See, Tramm = Trammer See, Uklei = Ukleisee, Ward = Wardersee, Warder, **TLgesch**=Chl.a/TP_Beziehung in geschicht. Seen des Tieflands, **polygr3m** =Chl.a/TP_Beziehung in polymikt. Seen mit mittl. Tiefe > 3m (Daten aus LAWA 2014).

5.1.2 Phytoplankton

Bei der Phytoplanktonanalyse wurden in den 7 untersuchten Seestellen im Mittel 25 verschiedene Taxa je Probe analysiert.

Zwischen der Chlorophyll-*a*-Konzentration und der Phytoplanktonbiomasse lässt sich für den Datenbereich ein linearer Zusammenhang nachweisen ($r^2 = 0,58$; $n = 50$).

Der Anteil des Chlorophyll-*a* am Phytoplankton-Biovolumen liegt bei Betrachtung aller 49 Einzelwerte im Bereich 0,20 bis 2,28 %. Der Median der Einzelproben beträgt 0,69 %, das arithmetische Mittel 0,79 %. Die Werte liegen damit in gleichem Größenbereich eigener Untersuchungen der letzten Jahre in Nordostdeutschland. 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).

Mögliche Einflussgrößen des Phytoplanktonwachstums

Die wichtigsten Einflußgrößen der Phytoplanktonentwicklung sind neben dem Input an Nährstoffen (intern und extern) die Ausprägung der submersen Makrophyten (Nährstoffkonkurrenz und Allelopathie) und des Zooplanktons (Fraßdruck).

Nährstoffe einer möglichen Limitierung des Phytoplanktonwachstums sind Phosphor (P) und Stickstoff (N), wobei allgemein P der wichtigste Minimumfaktor ist, der meist eine engere Korrelation zur Algenbiomasse aufweist als N. Aber auch N ist besonders im Hochsommer in Flachseen oft limitierend, wenn P stark ansteigt.

Mögliche wichtigste limitierende Faktoren des Phytoplanktonwachstums bei den hier untersuchten Seen sind vor allem:

- **P-Limitierung:** Phasenweise trat bei fast der Hälfte der Proben aller untersuchten Seen über alle Jahre ab 2004 ($n = 169$) Phosphormangel auf (gelöster reaktiver Phosphor = SRP $< 10 \mu\text{g/l}^2$). In den beiden geschichteten Seen, dem Süseler See und Trammer See, waren die TP-Gehalte im Hochsommer im niedrigen Bereich von 20 – 30 $\mu\text{g/l}$, mit gelöstem P ($\text{PO}_4\text{-P}$) stets $< 0,005 \text{ mg/l}$. Zu betonen ist jedoch, dass bei genügend Biomasse ein sehr schnelles Recycling des Phosphors zwischen Absterben und Wachsen der Zellen stattfindet, das durch Messungen nicht erfasst wird.
- **N-Limitierung:** In den Sommermonaten ist in Flachseen N-Mangel ein häufig beobachtetes Phänomen, da u.a. bei anaeroben Verhältnissen durch Rücklösungen aus dem Sediment Phosphor in erhöhten Mengen freigesetzt wird, während Stickstoff eher durch Denitrifikation aus dem System verschwindet (NITROLIMIT 2014 und 2016, CHORUS & SPIJKERMAN 2020). Von den hier untersuchten Seen war im **Arenholzer See** der stärkste N-Mangel zu beobachten, sowohl absolut als auch relativ zum Phosphor (Kap. 5.3.3). Allerdings auch hier ist ein schnelles Recycling des Stickstoffs durch Abbau der Zellen (Mineralisierung von Aminosäuren zu N) vorhanden und nicht messbar. Nostocale Blaualgen, die bei N-Mangel theoretisch mit Hilfe von speziellen Zellen, den Heterocysten, die Fähigkeit, Luftstickstoff zu binden (N_2 -Fixierung), traten z.B. im

² Bei einem SRP-Gehalt $< 10 \mu\text{g/l}$ liegt nach KOLZAU et al (2014) und anderen Autoren potenziell eine P-Limitation vor.

Arenholzer See kaum auf. Diese Stickstoffixierung ist energieaufwendig und kann daher von der Zelle zwar durchgeführt werden, aber es wird dabei oft wenig Biomasse gebildet. Meist können Nostocales den N-Mangel durch die N₂-Fixierung nur zu einem kleinen Teil ausgleichen (NITROLIMIT 2014 und 2016).

- **Lichtlimitierung:** Sie tritt allgemein im Winterhalbjahr (geringes Lichtdargebot), besonders in tieferen Seen (hohe Mixistiefe) auf, zudem in stark eutrophierten Seen mit größerer Mixistiefe bzw. größerem Epilimnion. Bei den hier untersuchten meisten Seen des Seetyps 11 war das phasenweise bzw. beim Trammer See, Ukleisee und Bistensee häufiger zu beobachten (siehe auch einzelne Seekapitel).

5.1.3 Zooplankton

In den untersuchten Seen wurden insgesamt 67 Metazooplankton-Taxa nachgewiesen, darunter 40 Rädertier-, 17 Cladoceren-, 10 Copepoden-Taxa sowie zusätzlich 7 Taxa aus der Gruppe der Protozoen und 2 Taxa aus der Kategorie „Sonstige“. Im Mittel wurden 41 **Taxa pro See** erfasst, wobei der Bistensee die niedrigsten Taxazahlen aufweist und der Trammer See die höchsten (Tab. 6).

Tab. 6: Das Zooplankton in den untersuchten Seen 2019, Los 2 – Übersicht. **Abkürzungen:** Are = Arenholzer See, Bis = Bistensee, Bra = Brahmsee, Süs = Süseler See, Tra = Trammer See; Ukl = Ukleisee; War = Wardersee-RD

Seen				Are	Bis	Bra	Süs	Tra	Ukl	War
Probenzahl			N	7	7	7	7	7	9	6
Entnahmetiefe			m	6m	13m	8m	7m	30m	15m	7m
Anzahl Taxa	gesamt		N	44	37	40	39	46	43	39
	Rotatoria		N	23	17	22	24	25	24	20
	Cladocera		N	14	12	10	8	12	10	11
	Copepoda		N	7	8	8	7	9	9	8
Abundanz	Meta-Zoopl. gesamt	Mittel ges.	Ind./l	378	188	513	1320	73	186	395
	Rotatoria	Mittel	Ind./l	287	133	313	1192	33	154	231
	Cladocera	Mittel	Ind./l	17	12	43	18	5	7	57
	Calanoida	Mittel	Ind./l	20	14	27	35	18	9	21
	Cyclopoida	Mittel	Ind./l	53	29	131	74	16	15	86
Biomasse TG	Meta-Zoopl. gesamt	Mittel ges.	µg/l	217	97	295	264	110	68	287
		Median ges.	µg/l	156	94	344	178	69	61	217
	Rotatoria	Mittel	%	11	3	4	12	12	8	4
	Cladocera	Mittel	%	41	49	53	22	19	38	44
	Calanoida	Mittel	%	18	34	14	35	44	37	18
	Cyclopoida	Mittel	%	30	15	29	31	25	17	35
Größenindex	GIC / MCM	Mittel ges.	µg/Ind.	5,9	4,7	3,9	5,3	6,2	3,8	2,9
		Median ges.	µg/Ind.	5,1	4,2	3,6	3,4	6,5	3,6	3,0
		Median So.	µg/Ind.	3,4	3,0	3,1	3,3	7,0	3,2	3,0
Sonstige	Dreissena	Nachweis		ja	ja	ja	nein	ja	nein	ja
	Chaoborus	Nachweis		nein	ja	ja	nein	ja	ja	ja
RaubClad.	Leptodora	Nachweis		ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Z/P		Median ges..	%/d							
Z/P		Median So.	%/d							

Hinsichtlich der Abundanz stellen die Rotatorien mit durchschnittlich 70% den überwiegenden Teil des Metazooplanktons (Abb. 3, links). Bei der Biomasse kehrt sich das Bild um; hier haben die Crustaceen mit 92 % bei weitem den größten Biomasse-Anteil (Abb. 3, rechts).

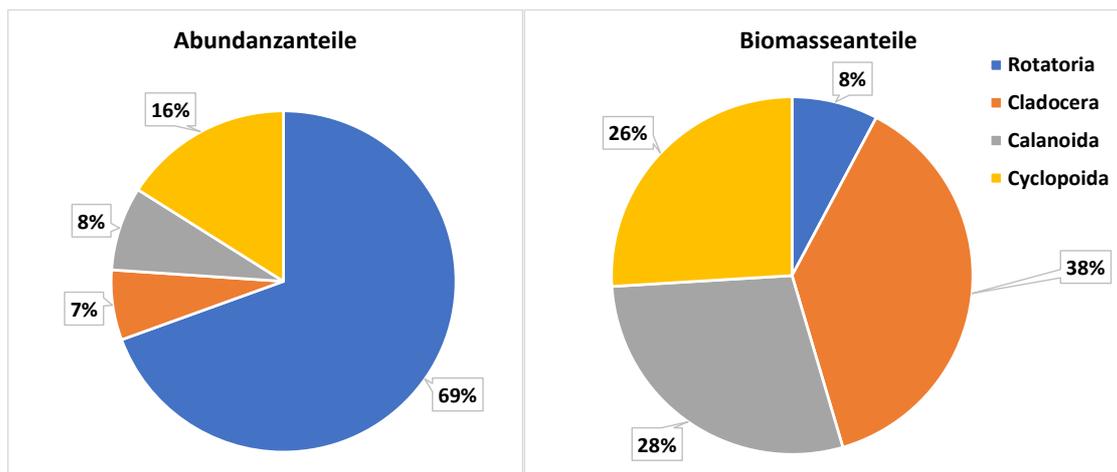


Abb. 3: Durchschnittliche Abundanz-Anteile (**links**) sowie durchschnittliche Biomassen (Trockenmasse)-Anteile (**rechts**) der 4 taxonomischen Großgruppen des Zooplanktons: Mittelwert von allen 2020 untersuchten Seen, Los 2.

Die **mittlere Biomasse** (berechnet über alle untersuchten Seen) liegt bei ca. 215 $\mu\text{g TM/L}$ (Median 117 $\mu\text{g/L}$). Minimal wurden 68 $\mu\text{g/L}$ (Ukleisee) ermittelt, maximal waren es 513 $\mu\text{g/L}$ im Brahmsee (Abb. 4).

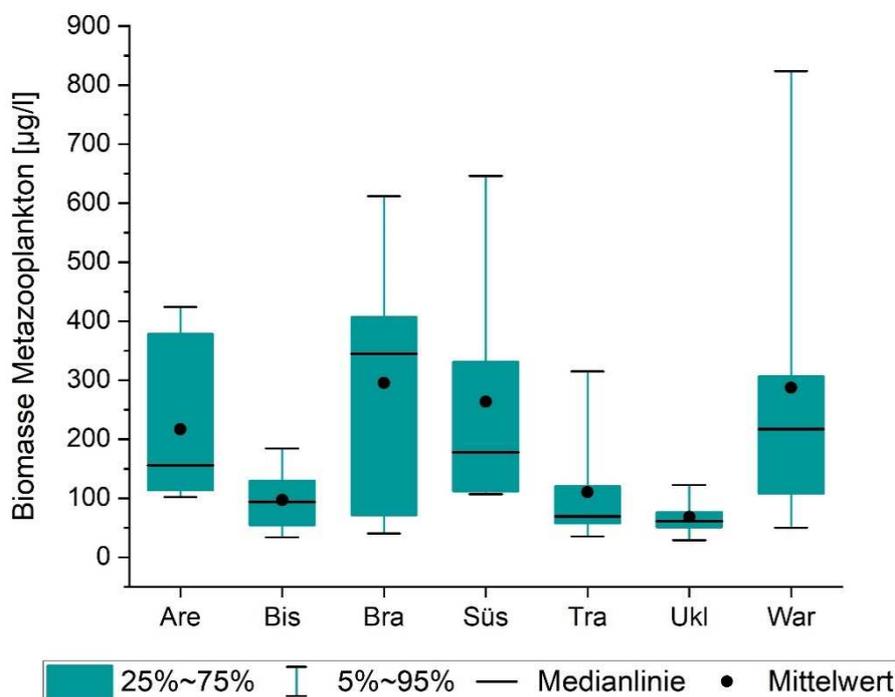


Abb. 4: Durchschnittliche Biomassen (Trockengewichte) des Zooplanktons. Boxplots: Box – 25/75 Perzentile; Whisker – 5/95 Perzentile. **Abkürzungen:** Are = Arenholzer See, Bis = Bistensee, Bra = Brahmsee, Süs = Süseler See, Tra = Trammer See; Ukl = Ukleisee; War = Wardersee-RD

Der Median des **Cladoceren-Größenindex** über die Vegetationsperiode liegt (berechnet für alle untersuchten Seen) mit 4,7 $\mu\text{g/Ind.}$ unterhalb der Trockenmasse einer 1-mm-Daphnie. Bezogen auf die gesamte Messperiode weist der Arenholzer See mit durchschnittlichen 5,9

$\mu\text{g}/\text{Ind.}$ (Mittelwert) den höchsten Wert auf. Die niedrigsten Werte wurden für den Wardersee-RD ($3,3 \mu\text{g}/\text{Ind.}$) ermittelt (Abb. 5).

Der durchschnittliche **Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse** (Z/P, Basis TM) ist insgesamt gering. Bei Berücksichtigung des gesamten Untersuchungszeitraums beträgt der Median $18,1 \text{ %}/\text{d}$, für den Sommerzeitraum wurden $13,2\text{ %}/\text{d}$ ermittelt. Die niedrigsten Umsatzwerte wurden für den Ukleisee ermittelt, im Trammer See war der Z/P-Wert durchschnittlich am höchsten (Abb. 6).

Die Futterqualität, d.h. das Biovolumen der fressbaren Algenkomponenten sind ursächlich für geringe oder hohe Grazingraten. Das durchschnittlich vorhandene Biovolumen fressbarer Algenklassen war ebenfalls gering, der Medianwert für den gesamten Untersuchungszeitraum beträgt $0,6$ und der Sommermedian liegt bei $1,1\text{mm}^3/\text{l}$. Die durchschnittlich höchsten Werte konnten für den Arenholzer See ermittelt werden, die niedrigsten wurden im Trammer See festgestellt (Abb. 7).

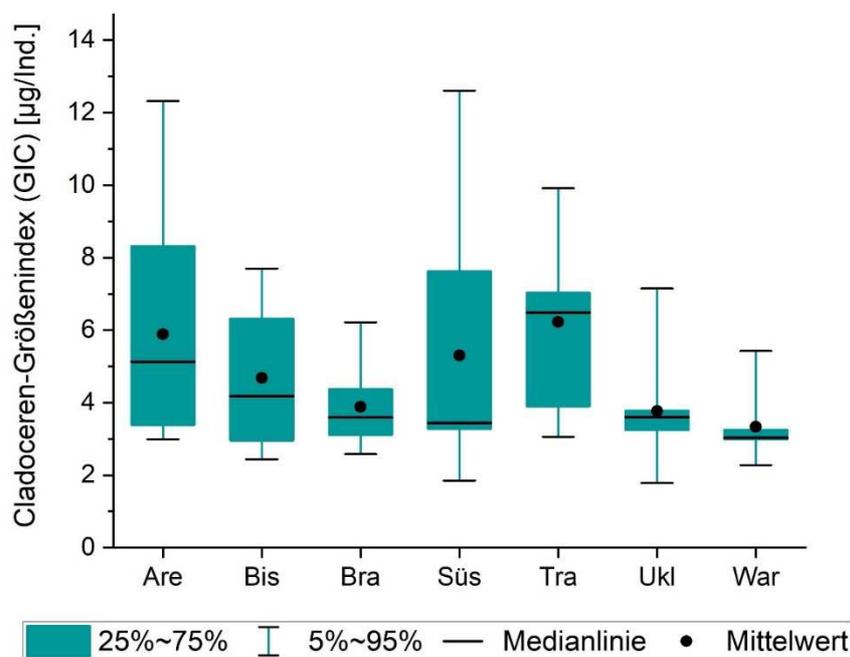


Abb. 5: Durchschnittlicher Cladoceren-Größenindex (GIC = MCM = mittlere Trockenmasse pro Individuum) der untersuchten Seen 2020, Los 2. Boxplots: Box - 25/75 Perzentile, Whisker – 5/95 Perzentile; **Abkürzungen:** Are = Arenholzer See, Bis = Bistensee, Bra = Brahmsee, Süs = Süseler See, Tra = Trammer See; Ukl = Ukleisee; War = Wardersee-RD

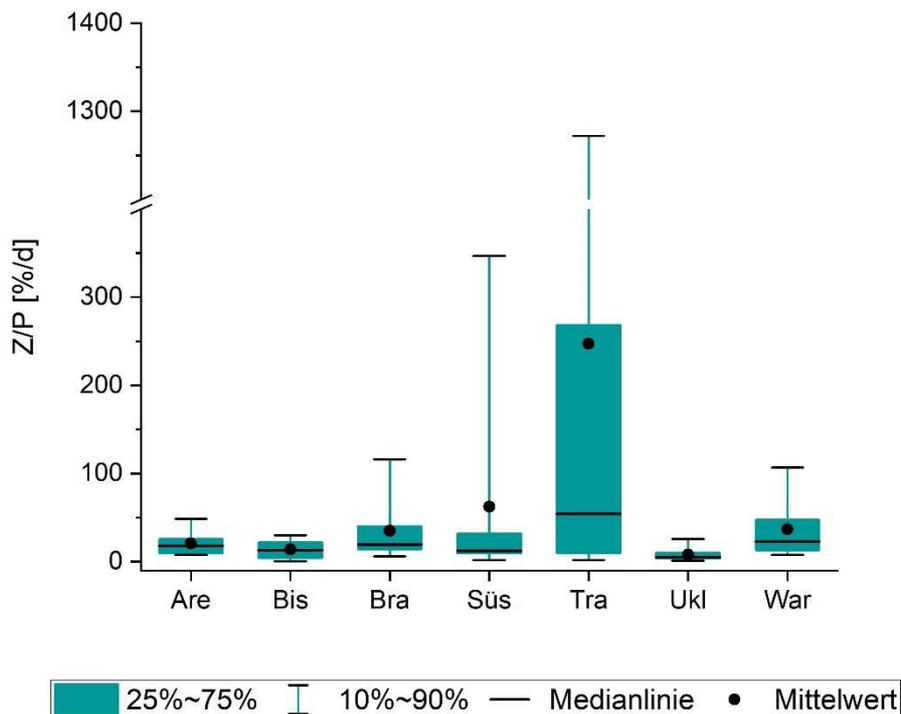


Abb. 6: Durchschnittlicher Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse (Z/P). **Abkürzungen:** Are = Arenholzer See, Bis = Bistensee, Bra = Brahmsee, Süs = Süseler See, Tra = Trammer See; Ukl = Ukleisee; War = Wardersee-RD

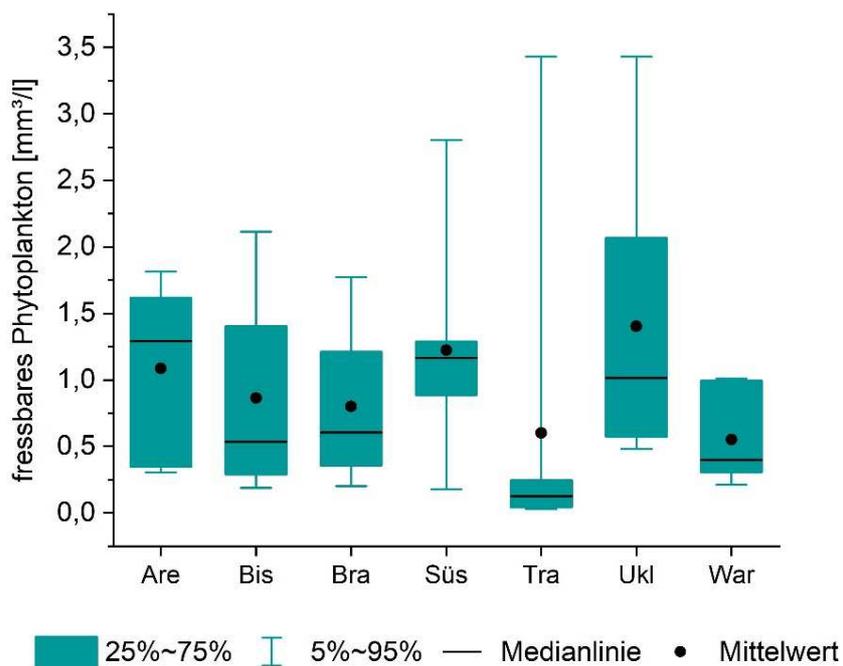


Abb. 7: Fressbares Phytoplankton. **Abkürzungen:** Are = Arenholzer See, Bis = Bistensee, Bra = Brahmsee, Süs = Süseler See, Tra = Trammer See; Ukl = Ukleisee; War = Wardersee-RD

5.2 Indices PhytoSee und PhytoLoss

5.2.1 Phyto-See-Index (PSI)

Für alle untersuchten Seen 2020, ausgenommen der Ukleisee (Seefläche < 50ha), wurden die Kriterien für eine Seebewertung anhand des Phytoplanktons erfüllt (u.a. Probenanzahl, Anzahl Indikatorarten, Seefläche).

Die Seebewertung mit dem **PSI** (software PhytoSee 7.1) ergab für die einzelnen Seen (ohne Einbeziehung der fachgutachterl. Plausibilitätsprüfung) folgende Einstufung (Tab. 7):

- **Guter** ökologischer Zustand für den Arenholzer See, Bistensee, Brahmsee und Wardersee, Warder.
- **Mäßiger** ökologischer Zustand für den Ukleisee, Süseler See und Trammer See.

Tab. 7: Gesamtbewertung (PSI ohne DI-PROF) und mittlere Anzahl der Indikatorarten für 7 Seen in Schleswig-Holstein, Los 2, für das Jahr 2020 (Programmversion **PhytoSee 7.1**).

Erläuterungen: Sortierung nach dem Gewässernamen.- * Bewertung eingeschränkt wg. zu kleiner Seefläche.

Plankton- typ Nr	Gewässername	Phyto-See- Index ohne DI-Prof	Gesamt- bewertung verbal stufig	Beprobung konform?	N Indika- tortaxa
PP 11.1	Arenholzer See, tiefste Stelle	2,03	gut	incl. Märzpr.	14,3
PP 11.1	Bistensee, tiefste Stelle	2,34	gut	incl. Märzpr.	10,7
PP 11.1	Brahmsee, tiefste Stelle	1,72	gut	incl. Märzpr.	15,9
PP 11.1	Süseler See, tiefste Stelle	2,66	mäßig	incl. Märzpr.	17,6
PP 13	Trammer See, tiefste Stelle	2,96	mäßig	incl. Märzpr.	11,1
PP 10.1	Ukleisee, tiefste Stelle	(2,73)*	(mäßig)	ok	10,6
PP 11.1	Wardersee, tiefste Stelle	1,63	gut	incl. Märzpr.	15,7

Einzelindices im Überblick

Der Gesamtindex PSI setzte sich hier aus drei Teil-Metrics zusammen, die je nach Seetyp unterschiedlich gewichtet (siehe Methodik, Kap. 4.3). Im Folgenden ist in Tab. 8 für die 7 Seen neben dem Gesamtindex (PSI) die Seebewertung anhand jedes Teilmetrics dargestellt.

Die Unterschiede in der Seebewertung auf Basis der Einzelmetrics betragen innerhalb eines Sees 1 – 3 Klassen. Auffällig ist die stets beste Einstufung des Sees anhand des Algenklassenmetrics (Tab. 8). Die z.T. sehr niedrige Bewertung anhand des Algenklassenindex ist nicht immer nachvollziehbar und wird derzeit im Auftrag der LAWA überarbeitet (U. RIEDMÜLLER mündl. Mitt. Januar 2022).

Tab. 8: Bewertung (PSI und Einzelmetrics) für 7 Seen in Schleswig-Holstein, Los 2, für das Jahr 2020 (Programmversion PhytoSee 7.1).

Erläuterungen: Sortierung nach dem Gewässernamen.- *: Bewertung eingeschränkt wg. zu kleiner Seefläche.

Typ_Nr	GewässernameWB	Phyto-See- Index ohne Di-Prof	Gesamt- bewertung 5 Klassen	Bio- masse- Metrik	Algen- klassen- Metrik	PTSI- Bew.
PP 11.1	Arenholzer See, tiefste St.	2,03	gut	2,20	1,14	3,01
PP 11.1	Bistensee, tiefste Stelle	2,34	gut	2,54	2,17	2,21
PP 11.1	Brahmsee, tiefste Stelle	1,72	gut	1,93	0,78	2,70
PP 11.1	Süseler See, tiefste Stelle	2,66	mäßig	3,34	1,55	2,97
PP 13	Trammer See, tiefste Stelle	2,96	mäßig	3,19	2,42	3,21
PP 10.1	Ukleisee, tiefste Stelle	(2,73)*	(mäßig)	3,83	1,40	2,59
PP 11.1	Wardersee, tiefste Stelle	1,63	gut	1,53	1,03	2,70

5.2.2 PhytoLoss-Bewertung

Eine Zusammenfassung der wichtigsten über das Modul PhytoLoss ausgegebenen Indices zeigt Tab. 9. Einen sehr hohen bis hohen Grazing-Effekt des Zooplanktons auf das **fressbare** Phytoplankton wird für den Brahmsee und den Trammer See ausgewiesen. Im Arenholzer, Bisten- und Süseler See ist der Grazing-Effekt durchschnittlich und im Ukleisee wurde nur eine geringe Grazing-Effekt-Stärke ermittelt.

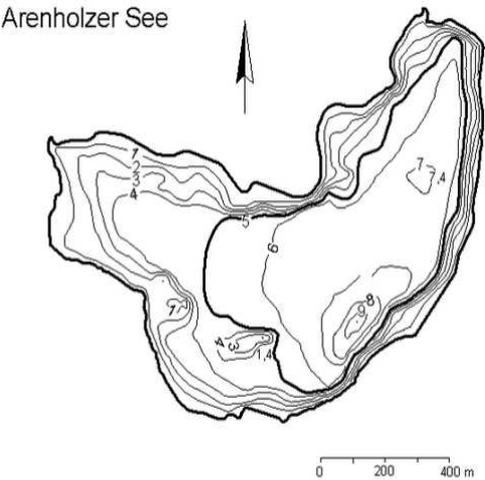
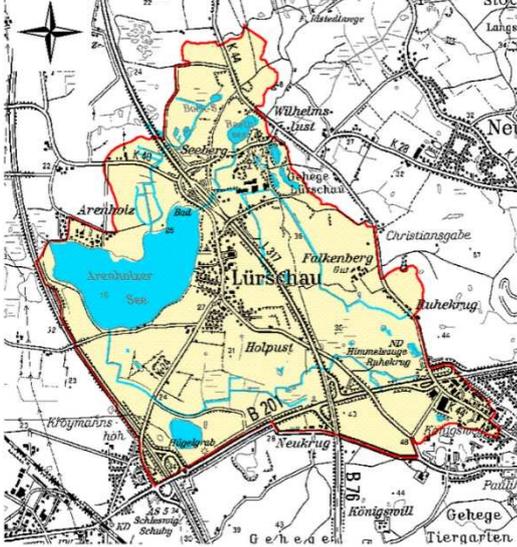
Tab. 9: Überblick über die mittels des Moduls PhytoLoss errechneten Indices für die Seen S.-H. 2020, Los 2- Sommersituation (24.06.-07.10.). GES – Grazing-Effekt-Stärke (gesamt-Index), orange – gering, gelb – mittel, grün – stark, blau – sehr stark; FAG-MMI – fachgutachterlicher Multimetrischer Index

Seen/Indices	Z/P	CGI	MGI	FQIC	FQI	FPI	GES	FAG-MMI	PSI
Arenholzer See	4	4	4	2,1	2,8	4	4	3	2,03
Bistensee	2	5	4	1,4	2,1	4	4	3	2,34
Brahmsee	5	7	7	1,4	2,1	4	7	4	1,72
Süseler See	3	2	3	2,1	2,8	4	3	3	2,66
Trammer See	5	3	5	2,8	2,8	3	5	4	2,96
Ukleisee	2	3	2	2,1	2,8	4	2	3	2,73
Wardersee	4	6	5	1,4	2,1	4	5	4	1,63
Median	4	4	2	4	3	4	4		
Mittelwert	4	4	2,1	4	2,8	4	4		

Der über den PSI ermittelte gute Zustand im Brahmsee und im Wardersee wird jeweils durch eine hohe bis sehr hohe Grazing-Effekt-Stärke (GES) gestützt, entsprechend unterstreichen geringe Grazingeffekte im Ukleisee einen mäßigen ökologischen Zustand. Im Trammer See stehen einem mäßigen ökologischen Zustand deutlich günstigere Grazing-Effekte des Zooplanktons auf das Phytoplankton gegenüber. Im Falle von Arenholzer See und Bistensee wird ein guter Zustand auch bei hohem Grazingeffekt des Zooplanktons erreicht.

Für den tatsächlichen Einfluss des Zooplanktons auf das Phytoplankton sollte aus Gutachtersicht nicht allein der Grazingeffekt auf das fressbare Phytoplankton betrachtet werden; der Anteil fressbarer Algenklassen und Prädationseffekte durch Fische müssen ebenso berücksichtigt werden. In einem über Mittelwertbildung aller Einzelindizes gebildeten Index (FAG-MMI) werden die (hohen) Grazingindizes in den Kontext von Futterqualität und Fischprädation eingeordnet und spiegeln eher den tatsächlichen Einfluss des Zooplanktons auf das Phytoplankton wider. Der gute Zustand von Brahmsee und Wardersee beruht somit auf einem „starken“ Einfluss des Zooplanktons, im Falle von Arenholzer See und Bistensee ist dieser Einfluss nur durchschnittlich. Diese Betrachtungsweise führt für die aktuellen Untersuchungen zu einer Nivellierung der Bewertungsergebnisse, was sich letztendlich auch im PSI widerspiegelt.

5.3 Plankton Arenholzer See

Stammdaten, limnochemische und biologische Mittelwerte + Indices 2020					
Seetyp (Pikt.)	VQ [km ² 10 ⁶ m ⁻³]	See-Fläche [km ²]	Tiefe-mittel [m]	Tiefe-max [m]	th. Verweilzeit [a]
11.1	2,7	0,82	4,3	9,6	1,2
TP _{1m} [mg/l]	Sichttiefe [m]	Chl a Z _{integr.} [µg/l]	BV Z _{integr.} [mm ³ /l]	Trophie-Index (LAWA 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.1)
0,141	2,5	14,5	2,8	3,12 (e2)	2,03
Tiefenkarte und oberirdisches Einzugsgebiet					
					

Der Arenholzer See liegt zusammen mit dem Idstedter See und Langsee in einem durch Schmelzwässer unter Gletschern entstandenen Tal und gehört zur Schleswiger Vorgeest am Rand zwischen Sandergeest und Jungmoränengebiet (LANU 2000). Der Flachsee befindet sich nordwestlich von Schleswig an der Autobahn A7.

Nennenswerte Wassermengen erhält der Arenholzer See nur aus dem nördlich gelegenen Reethsee und am Südufer über einen Straßenrohrdurchlass. Der See entwässert an der Nordwestspitze über eine Au in die Treene und wird dort künstlich durch ein Wehr reguliert. Die externen Nährstoffeinträge entstammen hauptsächlich aus den landwirtschaftlichen Flächen im Einzugsgebiet, u.a. der Weidenutzung (LANU 2000).

Die submersen Makrophyten sind in den letzten 2 Jahrzehnten nahezu unverändert und wurden in 4 untersuchten Jahren (2001, 2008, 2014 und 2020) im Rahmen der EU-WRRL stets mäßig eingestuft. 2020 war ihre Dominanz bis etwa 2 m Tiefe hoch, mit der Hauptart *Elodea nuttallii* (Wasserpest) und abgeschwächt auch *Potamogeton pectinatus*. Characeen

traten nicht auf. Die untere Makroptengrenze lag 2020 bei 3,4 m, der Deckungsgrad der Submersen im Mittel bei 39 %³ (BIOTA 2021a).

5.3.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen März und Oktober 2020 wurden 7 tiefenintegrierte Mischproben aus jeweils 0-6 m Tiefe entnommen. Der See weist moderat erhöhte Chlorophyll a- Gehalte und Biovolumina auf (Saisonmittel: 14,5 µg l⁻¹ Chl.a und 2,8 mm³ l⁻¹ Biovolumen). In der gesamten Saison waren Bacillariophyceen (Kieselalgen) stark vertreten, mit deutlicher Dominanz im Frühjahr. Im Sommer waren zudem Dinophyceen (Hornalgen) häufig anzutreffen (Abb. 8). Insgesamt wurden 65 verschiedene Taxa identifiziert.

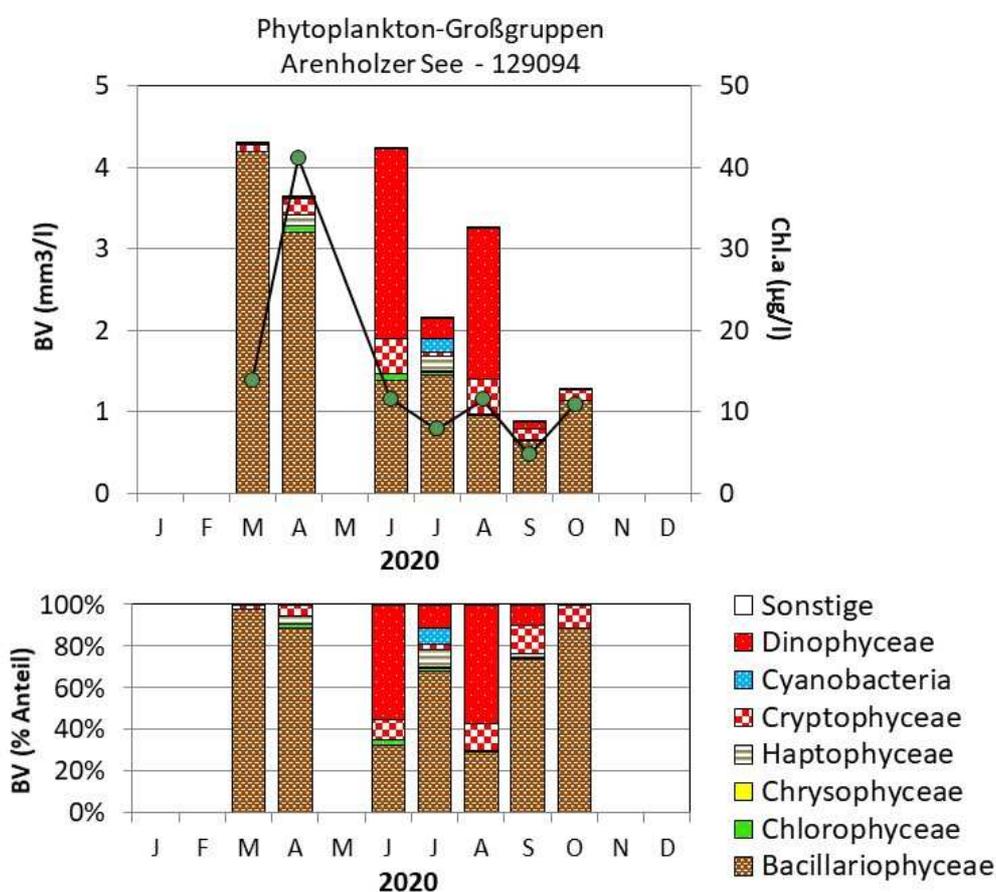


Abb. 8: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Arenholzer Sees im Jahr 2020. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Der März und April waren nahezu ausschließlich durch centrische Bacillariophyceen geprägt, wobei sich beide Monate bei den dominanten Arten unterscheiden. Während Anfang März fast ausschließlich die Art *Stephanodiscus neoastraea* mit 91 % Anteil an der Gesamtbioasse dominierte, waren Anfang April bei den höchsten Chl.a-Gehalten des Jahres die Arten

³ Der prozentuale Deckungsgrad für jedes untersuchte Transekt bezieht sich auf die Fläche von 0 m bis zur unteren Makrophytengrenze (UMG).

Cyclostephanos dubius und *Stephanodiscus hantzschii*, jeweils mit knapp über 40 % Anteil an der Gesamtbiomasse, dominant. Vor allem *C. dubius* indiziert eine hohe Trophie.

Im Juni bei deutlich höheren Temperaturen und sehr labiler schwach ausgeprägter Temperaturschichtung traten erstmalig Sommerformen auf. Neben pennalen Kieselalgen mit der Hauptart *Asterionella formosa* war nun der großvolumige Flagellat *Ceratium hirundinella* aus der Gruppe der Dinophyceen dominierend (55 % Anteil). Diese Art trat bis Ende September gehäuft auf, mit erhöhtem Anteil auch noch Ende August (57 % Anteil).

Neben den Dinophyceen waren im Sommer in diesem nahezu durchmischten See auch centrische kettenbildende Kieselalgen-Arten der Gattung *Aulacoseira* stark vertreten (*Aul. ambigua* und *Aul. granulata*), insbesondere Ende Juli und Ende September. Beide Arten treten wegen ihrer sperrigen Form und damit schlechten Freßbarkeit in durchmischten Flachseen v.a. im Sommer auf und indizieren ebenfalls eine hohe Trophie.

Cyanobakterien traten im Sommer nur subdominant auf, v.a. mit verschiedenen Arten der Nostocales Ende Juli (zusammen 8 % Anteil).

Während Mitte Oktober bei abnehmendem Fraßdruck durch das Zooplankton *Aulacoseira* im Biomasseanteil deutlich abnahm, traten wie im Frühjahr solitäre Centrales wieder stark hervor, mit ähnlich dominanten Arten (*Stephanodiscus neoastraea* und vor allem *Cyclostephanos dubius*).

5.3.2 Ergebnisse Zooplankton

Der Arenholzer See wurde vom 04.03. bis zum 20.10.2020 an insgesamt 7 Terminen auf das Zooplankton untersucht. Insgesamt wurden 44 Arten sowie höhere Taxa des Metazooplanktons festgestellt (Rotifera – 23, Cladocera – 14 und Copepoda – 7). Darüber hinaus waren 5 Taxa aus der Gruppe der Protozoen sowie Larven der Dreikantmuschel (*Dreissena sp.*) in den Proben vorhanden. Besonders bemerkenswert ist das vergleichsweise hohe Vorkommen von Ciliaten (*Tintinnopsis sp.*) Anfang April. Die Raubcladocere *Leptodora kindti* wurde in geringen Individuendichten von Juni bis September nachgewiesen.

Artenspektrum und Individuendichten

Die Individuendichte der **Rädertiere** ist vergleichsweise niedrig, sie beträgt durchschnittlich 387 Ind./l, maximal waren es 839 Ind./l am 08.04.2020. Aspektbestimmende Arten sind neben dem Facetten-Rädertier (*Keratella cochlearis*) im zeitigen Frühjahr das Kugel-Rädertier (*Conochilus unicornis*) und im Herbst Flossen-Rädertiere *Polyarthra dolichoptera* und *P. major*. (Tab. 10).

Tab. 10: Individuendichten der Rotatorien ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Rädertiere im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Rotatorien) im Arenholzer See, 2020.

Taxon	Datum						
	04.03.2020	08.04.2020	11.06.2020	22.07.2020	26.08.2020	30.09.2020	20.10.2020
Rotatorien ges. [Ind./l]	8,3	839,0	227,3	302,6	385,3	148,8	100,7
Ascomorpha ovalis	-	-	-	41	-	-	-
Conochilus unicornis	54	-	-	-	-	-	-
Keratella cochlearis	-	-	30	19	20	32	-
Polyarthra dolichoptera	-	-	-	-	-	-	20
Polyarthra major	-	-	-	-	20	-	-

Die Individuendichte der Cladoceren beträgt durchschnittlich 17 Ind./l, ein im Vergleich zu den anderen Seen in Los 1 unterdurchschnittlicher Wert. Aspektbestimmende Taxa sind sowohl große Arten mit besonderer Bedeutung als Filtrierer von Phytoplankton (*Daphnia galeata*, *D. longispina* und *D. cucullata*) als auch kleine Arten wie *Bosmina coregoni* und *Diaphanosoma brachyurum*. Letztere hat besonders im Hochsommer und Herbst hohe Anteile an der Besiedelungsdichte. (Tab. 11).

Tab. 11: Individuendichten der Cladoceren ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Cladoceren im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Cladoceren) im Arenholzer See, 2020.

Taxon	Datum						
	04.03.2020	08.04.2020	11.06.2020	22.07.2020	26.08.2020	30.09.2020	20.10.2020
Cladoceren ges.	5,8	8,4	13,8	7,7	35,4	24,4	22,2
<i>Bosmina coregoni coregoni</i>	25	52	-	27	-	31	73
<i>Daphnia cucullata</i>	-	-	-	20	24	28	-
<i>Daphnia galeata</i>	22	16	55	-	15	-	-
<i>Daphnia longispina</i>	34	-	-	-	-	-	-
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	-	-	-	37	36	29	-

Die Individuendichte der Copepoden beträgt durchschnittlich 73 Ind./l, ein im Vergleich zu den anderen Seen in Los 1 durchschnittlicher Wert. Maximal waren es 176 am 26.08.2020. Innerhalb der Copepoden dominieren vor allem die cyclopoiden Ruderfußkrebse, mit *Cyclops kolensis* und *Cyclops abyssorum* im Frühjahr und *Mesocyclops leuckarti* im Sommer und im Herbst. Schwebekrebse (calanoide Copepoden) kommen mit *Eudiaptomus graciloides* und *E. gracilis* inklusive ihrer Copepodite und Nauplien ganzjährig vor, vergleichsweise hohe Individuendichten werden im Sommer ausgebildet (Tab 12).

Tab 12: Individuendichten der Copepoden ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Copepoden im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Copepoden) im Arenholzer See, 2020.

Taxon	Datum						
	04.03.2020	08.04.2020	11.06.2020	22.07.2020	26.08.2020	30.09.2020	20.10.2020
Copepoden ges.	20,7	44,4	115,2	92,5	176,4	44,8	19,2
Calanoida-Copepodid	-	-	11	10	-	11	33
Calanoida-Nauplius	29	15	17	-	15	10	26
Cyclopoida-Copepodid	-	11	9	-	14	19	-
Cyclopoida-Nauplius	23	56	41	56	48	11	19
<i>Cyclops abyssorum</i>	19	-	19	-	-	-	-
<i>Cyclops kolensis</i>	13	-	-	-	-	-	-
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	-	-	-	18	9	35	9

Biomasse

Die durchschnittliche Biomasse des Metazooplanktons beträgt 216 $\mu\text{g/l}$ (Mittelwert) bzw. 156 $\mu\text{g/l}$ (Median), nach TGL 27885/01 (1982) ergäbe sich eine Einstufung in den mesotrophen Bereich (siehe dazu Methodik Kap.4.5). Die höchste Zooplanktonbiomasse wird am 11.06.2020 gebildet (424 $\mu\text{g/l}$). Massebildner sind Copepoden und Cladoceren, ihr durchschnittlicher Anteil an der Zooplanktonbiomasse liegt bei 48 bzw. 40%. Der Anteil der Rotorien beträgt im Mittel 11% (Abb. 9).

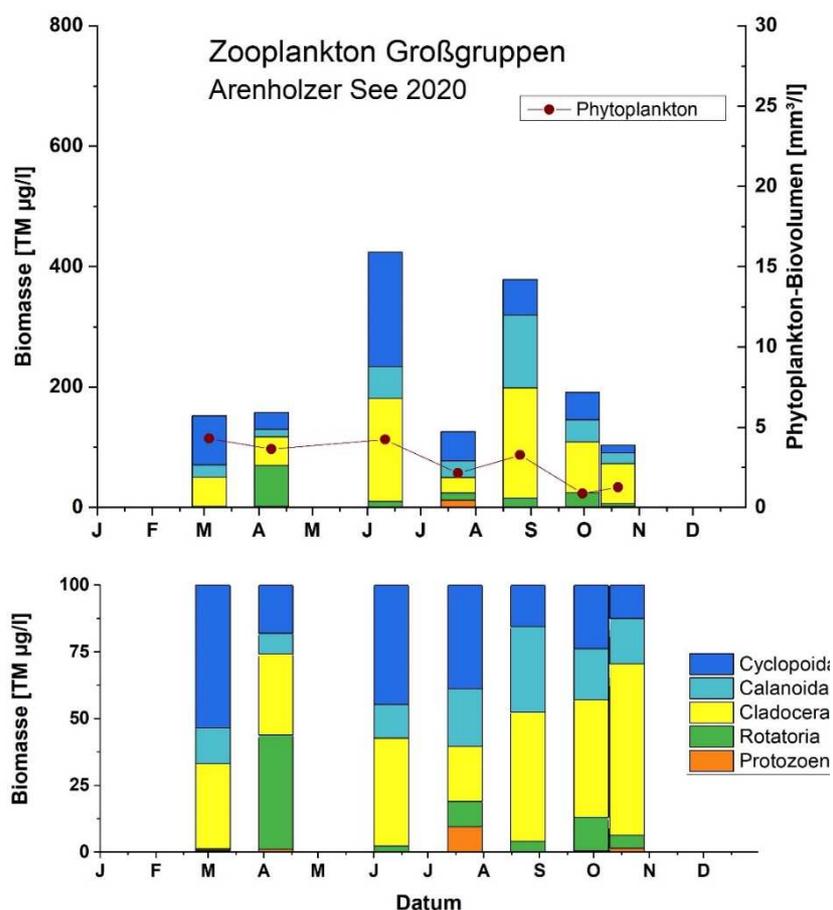


Abb. 9: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Punkt-Linie) für den Arenholzer See im Jahr 2020. Oben: Absolute Biomassegehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

Nahrungsnetz nach PhytoLoss

Grazing und Nahrungslimitation

Die Futterqualität liegt ganzjährig auf mittlerem bis gerigem Niveau, der höchste Anteil fressbaren Phytoplanktons wurde im zeitigen Frühjahr (März bis April) registriert (>40%). Mit dem Aufwachsen von Hornalgen und kettenbildenden Kieselalgen (*Aulacoseira*) geht der Anteil jedoch zurück. Der Futterqualitätsindex (FQI) beträgt 2,8; für Cladoceren sind die Nahrungsgrundlagen bezogen auf das Phytoplankton ähnlich, für den FQIC wurde ein Wert

von 2,1 ermittelt. Der Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse (Z/P) ist durchschnittlich; im PhytoLoss-Verfahren werden Grazing-Effektclassen von 4 (Z/P, CGI und MGI) ausgewiesen (Abb. 10, Abb. 11).

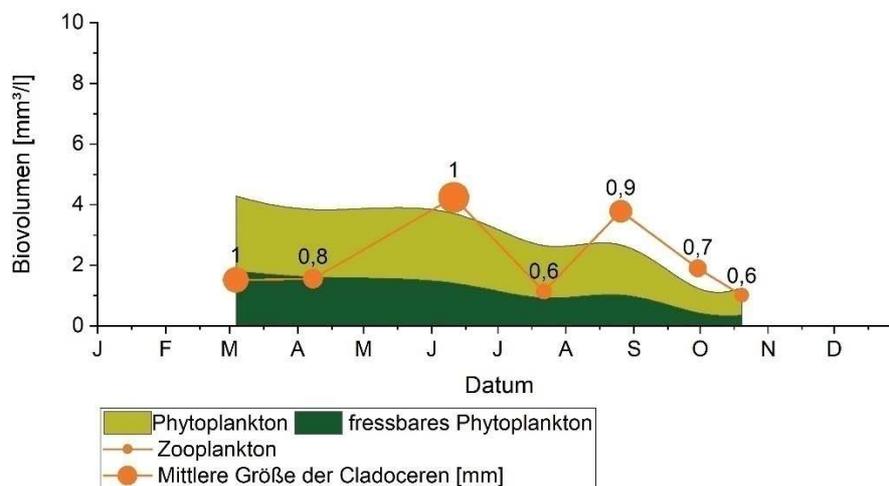


Abb. 10: Nahrungsgrundlagen, unterteilt in gesamtes Phytopl. und fressbares Phytopl. (als Phytoplanktonbiovolumen), Zooplanktonbiovolumen und mittlere Größe der Cladoceren für den Arenholzer See im Untersuchungszeitraum 2020

Prädation

Der Cladoceren-Größenindex (**GIC**) liegt im Sommer und bezogen auf den gesamten Untersuchungszeitraum bei 3,4 bzw. 5,1 $\mu\text{g}/\text{Ind}$ (jeweils Medianwerte). Die mittlere Körpergröße der Cladoceren erreicht bis zum Frühjahr Werte um 1 mm, in der zweiten Jahreshälfte sind die Tiere/Arten kleiner, was auch in einem deutlichen Rückgang des GIC zu erkennen ist. Die großen Filtrierer unter den Daphnien (z.B. *Daphnia galeata*) kommen in diesem Zeitraum nicht oder in geringen Individuendichten vor. Die Lebensgemeinschaft der Cladoceren wird von kleineren Arten (*Bosmina coregoni*, *Diaphanosoma brachyurum*) dominiert. Ein moderater Fraßdruck planktivorer Fische auf die größeren Cladoceren ist sehr wahrscheinlich. Der über das PhytoLoss Verfahren errechnete **FPI** indiziert mit Effektklasse 4 durchschnittliche Fischfraß-Effekte (Abb. 10, Abb. 11).

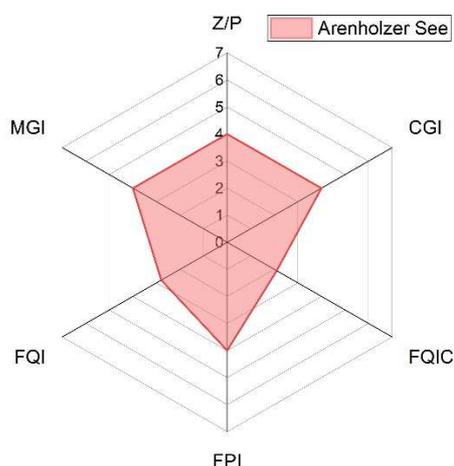


Abb. 11: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Arenholzer See im Jahr 2020.

5.3.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Arenholzer See

5.3.3.1 Trophie und Phytoplankton

Für die Diskussion wurden Altdaten zur Trophie und zum Phytoplankton der Jahre 2014 (ARP, MAIER & MICHELS 2015) und 2004 (ARP 2005a) mit einbezogen, wobei beim Phytoplankton der Bearbeiter stets der gleiche war.

Der ungeschichtete Arenholzer See (Seetyp 11.1) ist ein polymiktischer Flachsee, mit meist schwacher sommerlicher Schichtung und relativ großem Epilimnion. Mindestens 50 % der Seefläche ist auch im Sommer voll durchmischt. Die Phosphorgehalte sind entsprechend insgesamt hoch (hoher Anteil an gelöstem P), bis zum Frühsommer meist eher moderat erhöht und ab Hochsommer bis zum Herbst sehr hoch. Dies gilt für alle untersuchten Jahre. Die im Sommer, bei allgemein erhöhten Temperaturen und Sauerstoffdefiziten über Grund, sehr hohen Gehalte an gelöstem P (Abb. 12) und gleichzeitig geringen Nitratgehalte über Grund (Nitrat hemmt die P-Rücklösung) verweisen auf eine erhöhte „interne Düngung“ aus dem Sediment.

Der hohe Phosphorgehalt wird jedoch im Saisonmittel schwach in Phytoplanktonbiomasse umgesetzt ($\text{Chl.a}/\text{TP} = 0,2$), daher die „gute“ Bewertung mittels Phytosee-Index. Für die früheren Jahre gilt ähnliches. Als möglicher Grund für den schwachen Umsatz sind vor allem im Hochsommer/Herbst die relativ zu den hohen Phosphorgehalten geringen Stickstoffgehalte zu nennen, möglicherweise auch der Einfluß der Unterwasserpflanzen:

- Der **Stickstoffmangel** zeigt sich im Saisonmittel und ausgeprägt im Sommer. Der Arenholzer See hat in allen Jahren ein Gehalt an Gesamtstickstoff im Saisonmittel $< 1 \text{ mg/l}$ ($0,7 - 0,8 \text{ mg/l}$) und damit die geringsten Werte aller hier im Bericht untersuchten Flachseen des Typs 11.1. Dies gilt auch für gelösten anorg. N ($\text{DIN} \ll 100 \mu\text{g N/l}^4$). Der N-Mangel ist auch in Relation zum Phosphor zu erkennen. Das Saisonmittel N/P (Gewichtsbasis) ist in allen Jahren < 10 und damit am niedrigsten von allen hier untersuchten Seen, im Hochsommer und Frühherbst deutlich < 7 (Redfield ratio N/P (Gewichtsbasis) in Algenzellen im Mittel etwa 7). Das Gleiche gilt für den Quotienten DIN/TP (Gewichtsbasis), der im Hochsommer meistens deutlich $< 1,0$ ist. (Abb. 12). Nostocale Blaualgen, die die Fähigkeit zur Fixierung von Luftstickstoff haben, traten alljährlich im Sommer allerdings kaum bzw. nur subdominant auf.
- **Submerse:** Ein Einfluß der vorhandenen submersen Makrophyten und des darauf befindlichen Algenaufwuchses ist eventuell phasenweise möglich. Im Arenholzer See (mittlere Tiefe 4,3 m) dominiert v.a. *Elodea nuttallii*. Die untere Makrophytengrenze lag 2020 im Mittel bei 3,4 m. Der Deckungsgrad lag im Mittel bei 39 % bis zur unteren Makrophytengrenze (BIOTA 2021a). Nach Sondergaard et al. (2017) sinkt der Umsatz $\text{Chl.a}/\text{TP}$ bei einem Deckungsgrad $> 20 \%$ der gesamten Seefläche relativ deutlich ab. Die 39 % Bedeckung bis zur unteren Makrophytengrenze im Arenholzer See entspricht etwa 15-16 % Deckung der Seefläche. Ein Einfluß der Submersen auf das Phytoplankton ist auch durch **Allelopathie** möglich. Der Einfluss von allelopathischen Stoffen, die von den

⁴ DIN = gelöste anorganische Verbindungen = ($\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N}$). Nach KOLZAU et al (2014) und anderen Autoren ist bei $\text{DIN} < 100 \mu\text{g/l}$ bzw. ähnlich hohen Werten von einer N-Limitation auszugehen.

Submersen ausgeschieden werden und das Phytoplanktonwachstum hemmen können, ist möglich, kann hier aber nicht näher erläutert werden. Für *Elodea nuttallii* ist eine mittlere allelopathische Aktivität beschrieben (HILT & GROB 2008; in: HUSSNER et al. 2014).

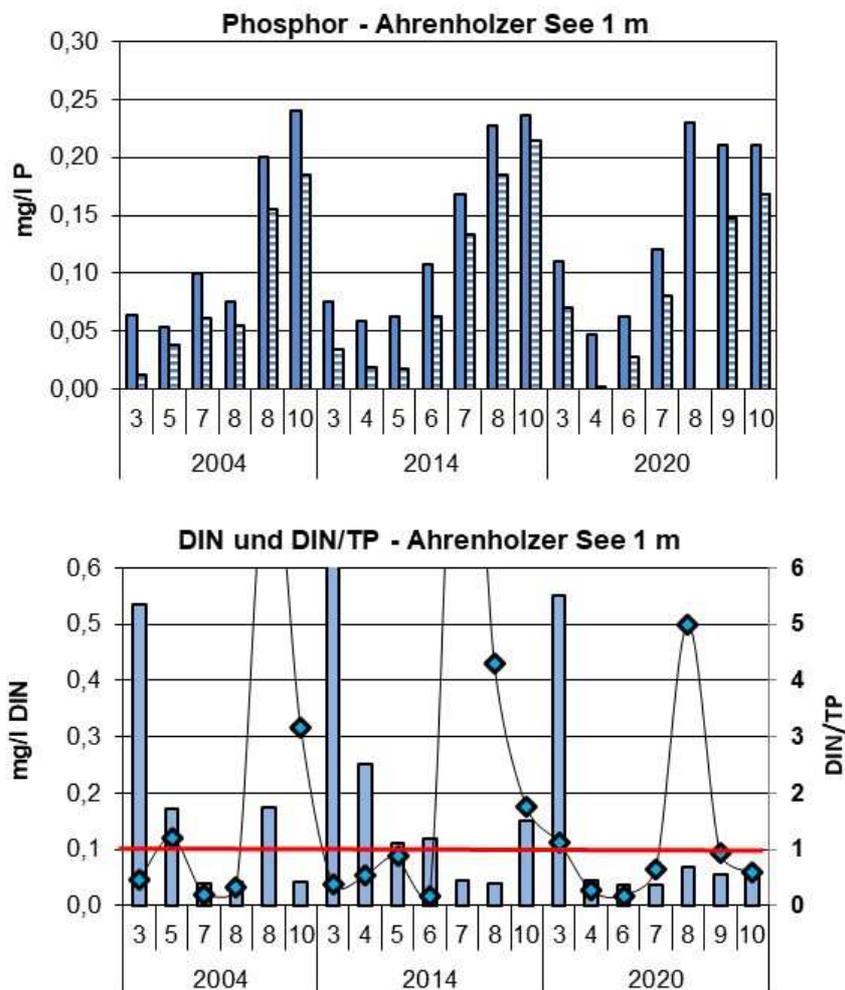


Abb. 12: Nährstoffe im Arenholzer See in 1 m Tiefe in den Jahren 2004, 2014 und 2020. **Oben:** Gesamtphosphor (blau) und gelöstes anorganisches Phosphat (waggerecht gestrichelt). **Unten:** $\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N} = \text{DIN}$ (Säulen) und Quotient DIN/TP (Linie mit Raute). Die rote Linie entspricht 0,1 mg/l DIN bzw. einem DIN/TP -Quotienten von 1,0, unterhalb dessen eine N-Limitierung wahrscheinlich ist (Chemiedaten vom LLUR).

Phytoplanktongruppen und - taxa

Das Phytoplankton ist alljährlich in der gesamten Saison durch Bacillariophyceen geprägt, sommerlich auch wegen der oft nur kurzen und schwach entwickelten Schichtungsphasen. Im Sommer/Herbst und im Sommer sind neben den Kieselalgen wechselnd Cryptophyceen, Dinophyceen und/oder Cyanobakterien häufiger anzutreffen. Die Chl.a-Gehalte sind in allen drei Jahren ähnlich. Die etwas höheren Biovolumina 2020 rühren v.a. daher, dass im März relativ viele sehr großvolumige Centrales (>40 μm d) auftraten (Abb. 13).

Im Vergleich mit 2014 und 2020 ist das Jahr 2004 anders zu bewerten. Es wurden nur 5 Proben zwischen Mai und Oktober entnommen (ARP 2005a) (2014 und 2020: 7 Proben) und anders als in den späteren Jahren aus 1 m für Chl.a und Phytoplankton (2014 und 2020 aus 0 - 6 m integriert). Es wurden zudem 2004 zahlreiche subdominante Arten nur identifiziert, aber nicht quantitativ ermittelt (Tab. 13). Die Probenahme aus jeweils 1 m Tiefe im Jahr 2004 ist möglicherweise die Ursache für die erhöhte Blaualgenbiomasse im August mit der Hauptgattung *Microcystis*. *Microcystis* kann wie auch andere Blaualgen durch Bildung von Gasvakuolen Aufrahmungen an der Oberfläche bilden, so dass eine 1m-Probe im Vergleich mit einer integrierten Probe wie 2014 und 2020 zu höheren Werten führt.

Die Jahre 2014 und 2020 sind in der Phytoplanktonzusammensetzung in einigen Aspekten ähnlich:

- Die Biomasse ist nur moderat erhöht.
- Blaualgen treten zudem kaum auf, und wenn, dann nur mit Nostocales.
- Bacillariophyceen treten in beiden Jahren stark hervor, mit starker Dominanz von *Stephanodiscus neoastraea* und im Sommer auch *Aulacoseira*, wobei die mittlere Biomasse der Kieselalgen 2020 doppelt so hoch war.
- Anders als 2020 war dagegen im Jahr 2014 die Gruppe der Cryptophyceen stärker im Anteil.

Trophieindex und PhytoSee-Bewertung

Ein Vergleich der trophischen Daten der letzten 3 untersuchten Jahre 2004, 2014 und 2020 zeigen sehr ähnliche Verhältnisse auf hohem trophischem Niveau mit sommerlich sehr hohen P-Gehalten und im Mittel moderat erhöhten Chl.a-Gehalten (Trophie stets eutroph2) (Tab. 13).

Im Rahmen der EU-WRRL wurde der Arenholzer See mittels der Qualitätskomponente Phytoplankton für 2020 „gut“ bewertet. Dies ist in etwa plausibel, da die Nährstoffe nur in sehr geringem Maße in Algenbiomasse umgesetzt werden und Cyanobakterien nur subdominant in Erscheinung treten. Zudem weichen die Teilmetriken des Phytosee-Indexes (PSI) maximal 1 Klasse vom Gesamtindex ab (PSI-Daten im Zusammenhang siehe auch Kap. 5.2.1). Dies gilt ebenso für das zuletzt mit gültiger Bewertung untersuchte Jahr 2014 (Tab. 13).

Tab. 13: Vergleich wichtiger Parameter (Saisonmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie 2020 im Vergleich mit früheren Jahren für den Arenholzer See, tiefste Stelle.-

Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor.- * Phytopl. und Chl.a aus integrierter Tiefe. Chl.a-MW incl. März ** = ungültige Bewertung wegen zu geringer Probenanzahl (5) und zu geringer Anzahl Indikatorarten.

Arenholzer 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 (LAWA 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.1)
2004	1,6	0,122	16,8 *	1,5 *	3,21 (e2)	(1,28) **
2014	2,0	0,133	15,4	1,8	3,15 (e2)	1,93 (gut)
2020	2,5	0,141	14,5	2,8	3,13 (e2)	2,03 (gut)

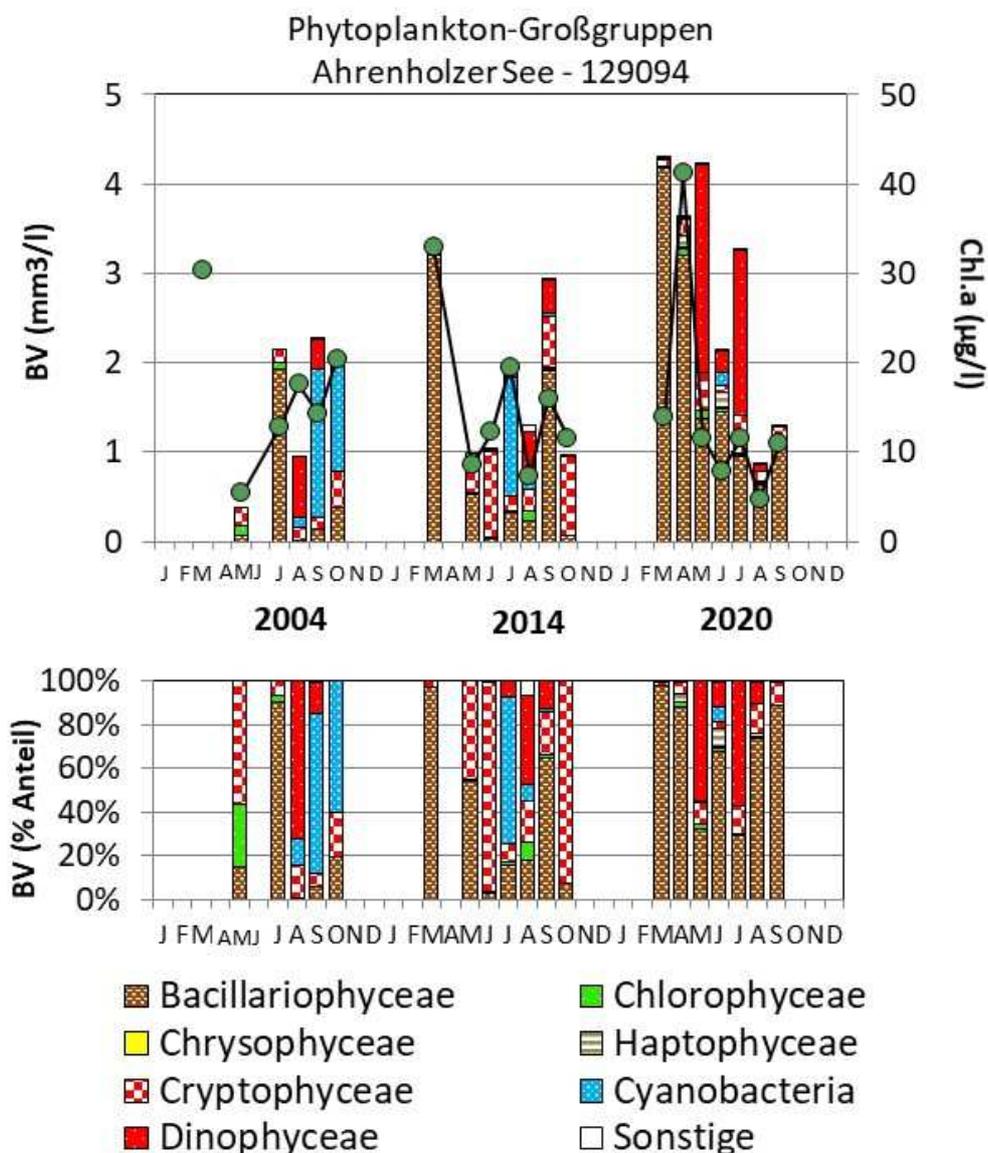
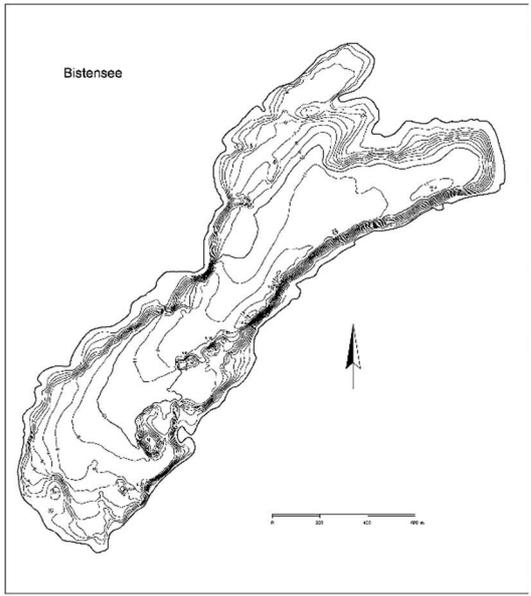
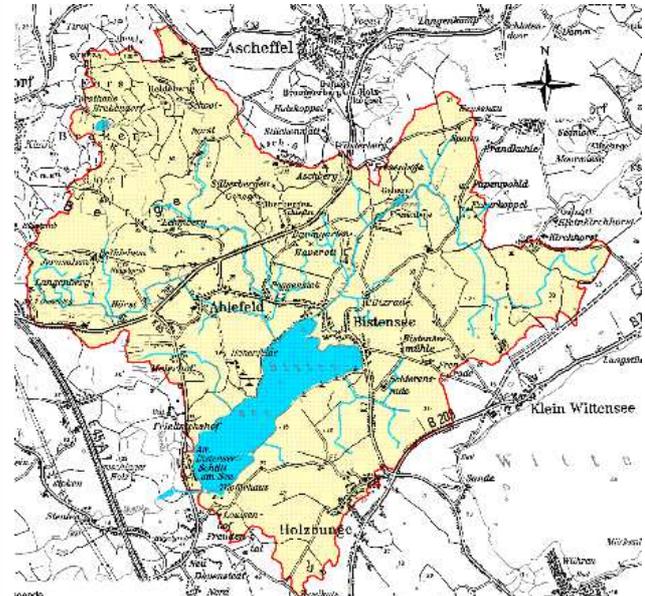


Abb. 13: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Arenholzer Sees für die Jahre 2004, 2014 und 2020. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

5.3.3.2 Zooplankton

Die letzte Zooplankton-Untersuchung wurde 2004 (ARP & MARTIN 2004) durchgeführt, mit nur 5 Proben zwischen Mai und Oktober. Im gesamten Untersuchungszeitraum konnten 29 Zooplanktontaxa nachgewiesen werden und es wurde eine geringe Abundanz insbesondere der Crustaceen ermittelt (ARP & MARTIN, 2004). Ein direkter Vergleich der Untersuchungen ist auf Grund der sehr unterschiedlichen Analyse- und Auswerte-Methoden nicht möglich.

5.4 Plankton Bistensee

Stammdaten, limnochemische und –biologische Mittelwerte + Indices 2020					
Seetyp (Plkt.)	VQ [km ² 10 ⁶ m ⁻³]	See-Fläche [km ²]	Tiefe–mittel [m]	Tiefe–max [m]	th. Verweilzeit [a]
11.1	2,1	1,46	7,2	14,4	1,5
TP _{1m} [mg/l]	Sichttiefe [m]	Chl a Z _{integr.} [µg/l]	BV Z _{integr.} [mm ³ /l]	Trophie-Index (LAWA 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.1)
0,188	2,0	16,9	4,53	3,44 (e2)	2,34
Tiefenkarte und oberirdisches Einzugsgebiet					
					

Der mit 146 ha relativ große und flache Bistensee liegt im östlichen Hügelland nördlich Rendsburg im Kreis Rendsburg-Eckernförde. Bezüglich der Entstehung ist der See Teil einer Schmelzwasserrinne infolge von spätweichseiszeitlichen Gletschervorstößen. Das Seebecken wurde durch Toteis konserviert (LAWAKÜ 1981).

Der See erhält Wasser über kleinere Zuflüsse aus dem nördlich gelegenen Einzugsgebiet, das überwiegend landwirtschaftlich genutzt wird (BIOTA 2008). Im Rahmen der Untersuchungen für die WRRL wurde der Bistensee 2020 bezüglich submerser Makrophyten erstmalig in den letzten 2 Jahrzehnten wieder „mäßig“ mit Tendenz zu „unbefriedigend“ eingestuft, nachdem die Einstufung lange „unbefriedigend“ war. Die untere Makrophytengrenze liegt im Mittel bei 2,5 m, mit den Hauptarten *Elodea nuttallii* (Wasserpest) und *Potamogeton perfoliatus*. Die Submersen treten mit insgesamt 7 Arten in dichteren Beständen auf (36 % Deckungsgrad⁵) (BIOTA 2021a).

⁵ Der prozentuale Deckungsgrad für jedes untersuchte Transekt bezieht sich auf die Fläche von 0 m bis zur unteren Makrophytengrenze (UMG).

5.4.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen März und Oktober 2020 wurden 7 tiefenintegrierte Mischproben aus jeweils 0-6 m Tiefe entnommen. Der See weist moderat erhöhte Chlorophyll a- Gehalte und Biovolumina auf (Saisonmittel: $16,9 \mu\text{g l}^{-1}$ Chl.a und $4,5 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ Biovolumen). Während im Frühjahr deutlich Bacillariophyceen (Kieselalgen) dominierten, waren im Sommer ausgeprägt Cyanobakterien (Blaualgen) die Hauptgruppe des Phytoplanktons (Abb. 14). Insgesamt wurden 55 verschiedene Taxa identifiziert.

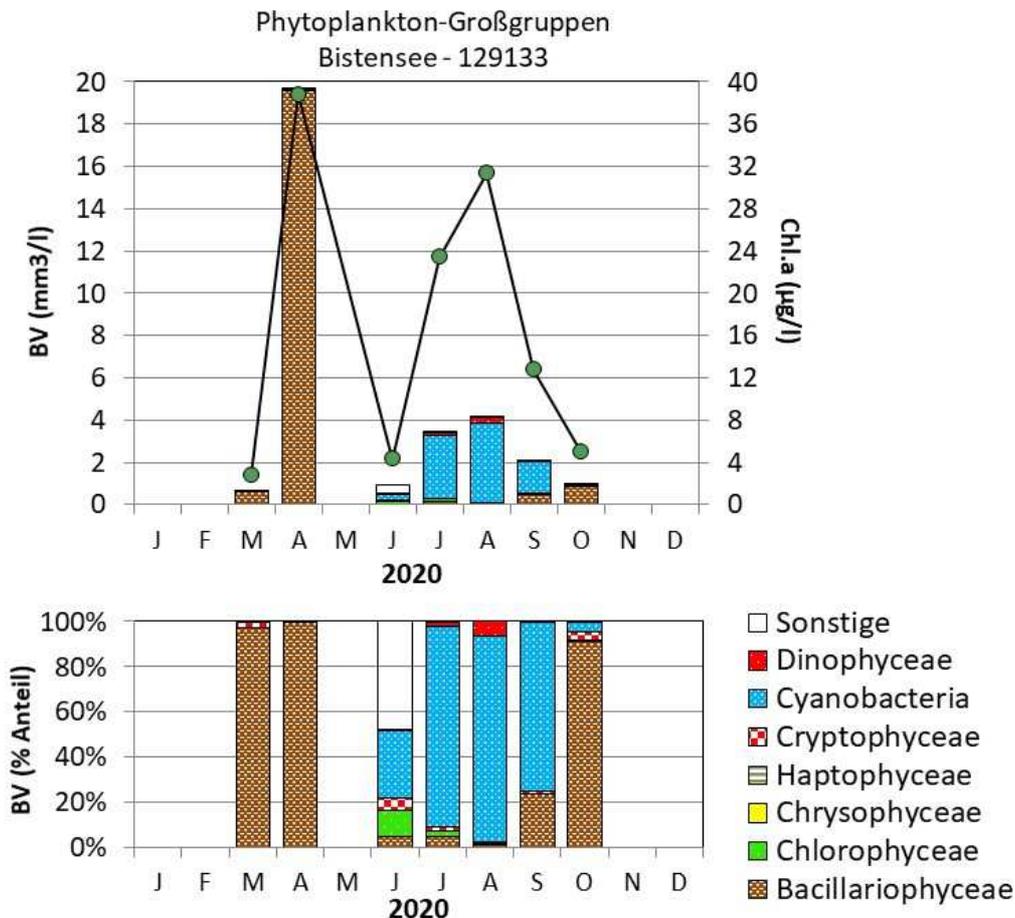


Abb. 14: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Bistensees im Jahr 2020. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Anfang März bei noch voller Durchmischung des Wasserkörpers und kurzer Tageslänge war das Lichtangebot im Wasserkörper und entsprechend waren die Phytoplanktonsn-Biomassen gering. Es dominierte mit einem Anteil an der Gesamtbiomasse von 76 % die Art *Aulacoseira islandica* aus der Gruppe der centrischen Bacillariophyceen, eine kettenbildende relativ seltene großvolumige Art. Bis Anfang April bei nun beginnender leicher Temperaturschichtung im See und für das Frühjahr im Bistensee ungewöhnlich hohen Phosphorgehalten ($>> 0,1 \text{ mg/l TP}$) wuchs diese Art um etwa das 14fache im Vergleich zum März und erreichte mit einem Anteil von 81 % an der Gesamtbiomasse die höchsten Biomassen eines Taxons in der gesamten Saison. Zweites wichtiges Kieselalgentaxon im

Frühjahr war die solitäre centrische Art *Stephanodiscus neoastraea*, die einen Anteil von 15 und 8 % aufwies.

Ab Anfang/Mitte Juni war die Kieselalgendominanz erstmal beendet, die Algenpopulation brach zusammen und es bildete sich ein Klarwasserstadium (Sichttiefe 3,3 m). Bei nun deutlicher Temperaturschichtung traten Sommerarten hervor. Neben 2 *Anabaena*-Arten aus der Gruppe der nostocalen Blaualgen war v.a. die fädige Grünalge *Spirogyra* biomassebildend, eine Art, die i.d.R. als Aufwuchsalge vorkommt (in der Abb. unter „Sonstige“ aufgelistet).

Danach nahm die Phytoplanktonbiomasse bis zum Ende der Schichtungsphase Ende August wieder zu und wurde deutlich durch verschiedene *Microcystis*-Arten dominiert (Ende Juli und August mit einem Biomasseanteil von jeweils ca. 80% an der Gesamtbioasse), wobei die Hauptart *M. aeruginosa* war (weitere *Microcystis*-Arten siehe Artenliste im Anhang). Im Juli und August trat auch der Dinoflagellat *Ceratium hirundinella* auf, wenn auch nur subdominant. Beide Gattungen gehören nach REYNOLDS (2006) in eutrophierten geschichteten Seen zur gleichen funktionellen Gruppe (mehr dazu s.u. Phytoplankton Brahmsee, Kap. 5.5)

Auch Ende September bei nun abnehmenden Biomassen waren *Microcystis*-Arten noch deutlich dominierend. Der Wasserkörper war aber bereits fast vollständig durchmischt und der Biomasseanteil der Kieselalgen nahm zu. Die bereits im Frühjahr relativ häufige Art *Stephanodiscus neoastraea* wies einen Anteil von 16 % an der Gesamtbioasse auf. Bis Ende Oktober bei allerdings relativ geringen Biomassen nahm ihr Anteil deutlich zu. Die Hauptart im Frühjahr, *Aulacoseira islandica*, trat zum Saisonende auch erneut hervor, wenn auch nur subdominant.

5.4.2 Ergebnisse Zooplankton

Der Bistensee wurde vom 04.03. bis zum 20.10.2020 an insgesamt 7 Terminen auf das Zooplankton untersucht. Insgesamt wurden 37 Arten sowie höhere Taxa des Metazooplanktons festgestellt (Rotifera – 17, Cladocera – 12 und Copepoda – 8). Darüber hinaus waren 4 Taxa aus der Gruppe der Protozoen sowie Larven der Dreikantmuschel (*Dreissena sp.*) in den Proben vorhanden. Besonders bemerkenswert ist das vergleichsweise hohe Vorkommen von Ciliaten Anfang März. Als carnivore Arten konnte die Raubcladocere *Leptodora kindtii* und Larven der Büschelmücke *Chaoborus sp.* in geringen Individuendichten nachgewiesen werden.

Artenspektrum und Individuendichten

Die Individuendichte der Rädertierchen ist niedrig, im Mittel waren 133 Ind./l (Mittelwert) bzw. 38 Ind./l (Median). Die höchste Individuendichte wurde am 26.8.2020 mit 749 Ind./l dokumentiert, ein im Vergleich mit den anderen Daten dieses Sees extrem hoher Wert. Aspekt bestimmend sind ganzjährig Facettenrädertierchen (*Keratella cochlearis* und *K. quadrata*). Im zeitigen Frühjahr haben weitere Arten bestandsprägende Individuendichten wie *Conochilus natans*, *Filinia terminalis*, *Kellicottia longispina* und *Synchaeta sp.* (Tab. 14).

Tab. 14: Individuendichten der Rotatorien ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Rädertiere im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Rotatorien) im Bistensee, 2020.

Taxon	Datum						
	04.03.2020	08.04.2020	11.06.2020	22.07.2020	26.08.2020	30.09.2020	20.10.2020
Rotatorien ges. [Ind./l]	13,3	38,2	20,8	43,7	749,0	40,6	27,7
Conochilus natans	-	23	-	-	-	-	-
Filinia terminalis	-	21	-	-	-	-	-
Kellicottia longispina	-	21	-	-	-	-	-
Keratella cochlearis	-	-	-	-	34	29	50
Keratella quadrata	-	-	51	53	-	-	-
Synchaeta	41	-	-	-	-	-	-

Die Individuendichte der Cladoceren ist niedrig, im Mittel waren 12 Ind./l (Mittelwert) in den Proben vorhanden. Die höchsten Individuendichten wurden mit 27 Ind./l im Herbst (30.9.2020) festgestellt. Große Cladoceren (verschiedene Arten und Hybriden der Gattung Daphnia) sind bis zum Hochsommer aspektbestimmend vorhanden, im Spätsommer und Herbst dominieren kleinere Arten wie *Bosmina longirostris*, *Chydorus sphaericus* und *Diaphanosoma brachyurum* (Tab. 15).

Tab. 15: Individuendichten der Cladoceren ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Cladoceren im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Cladoceren) im Bistensee, 2020.

Taxon	Datum						
	04.03.2020	08.04.2020	11.06.2020	22.07.2020	26.08.2020	30.09.2020	20.10.2020
Cladoceren ges.	3,4	3,3	11,1	4,2	21,8	26,6	12,7
<i>Bosmina longirostris</i>	-	-	-	-	-	-	22
<i>Bosmina coregoni coregoni</i>	-	-	26	-	-	-	-
<i>Chydorus sphaericus</i>	-	-	-	-	-	24	44
<i>Daphnia cucullata</i>	-	-	-	50	-	-	-
<i>Daphnia galeata</i>	-	24	27	30	-	-	-
<i>Daphnia hyalina</i>	51	-	22	-	-	23	26
<i>Daphnia longispina</i>	-	38	-	-	-	-	-
<i>Daphnia galeata/cucullata</i>	21	-	-	-	-	-	-
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	-	-	-	-	63	-	-

Die Individuendichte der Copepoden ist ebenfalls niedrig, im Mittel waren 42 Ind./l (Mittelwert) im Plankton vorhanden. Der Maximalwert liegt bei 114 Ind./l (26.8.2020). Innerhalb der Cyclopoida ist *Mesocyclops leuckarti* besonders stetig vorhanden. Calanoide Copepoden sind mit *Eudiaptomus graciloides* ganzjährig im Zooplankton vorhanden mit geringeren Individuendichten aber höherer Biomasse im Vergleich zu den Cyclopoida.

Tab 16: Individuendichten der Copepoden ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Copepoden im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Copepoden) im Bistensee, 2020.

Taxon	Datum						
	04.03.2020	08.04.2020	11.06.2020	22.07.2020	26.08.2020	30.09.2020	20.10.2020
Copepoden ges.	28,6	25,5	47,1	38,7	113,9	19,5	24,2
Calanoida-Nauplius	60	46	31	-	-	-	-
Cyclopoida-Copepodid	-	-	-	-	-	44	-
Cyclopoida-Nauplius	23	35	48	61	65	-	-
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	-	-	-	-	-	19	46
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	14	-	-	-	-	-	13

Biomasse

Die **Biomasse** des Metazooplanktons im Bistensee ist mit durchschnittlichen 97 $\mu\text{g/l}$ (Mittelwert) sehr niedrig; nach TGL 27885/01 (1982) ergäbe sich eine Einstufung in den oligotrophen Bereich. Diese Einordnung stellt mit Sicherheit eine Unterbewertung der Zooplanktonbiomasse dar, da die Zooplanktonproben hier aus einer Wassersäule von 0-13m stammen und nicht ausschließlich aus dem Epilimnion (siehe dazu Methodik Kap.4.5). Starke Massenbildner sind Cladoceren; ihr durchschnittlicher Anteil an der Zooplanktonbiomasse liegt bei 49%, höchste Biomasseanteile werden im Frühjahr und Herbst gebildet. Der Anteil cyclopoider Copepoden beträgt durchschnittlich 15%, Calanoide bilden im Mittel 34% der Biomasse. Der Anteil der Rotatorien ist mit durchschnittlichen 3% sehr gering (Abb. 15).

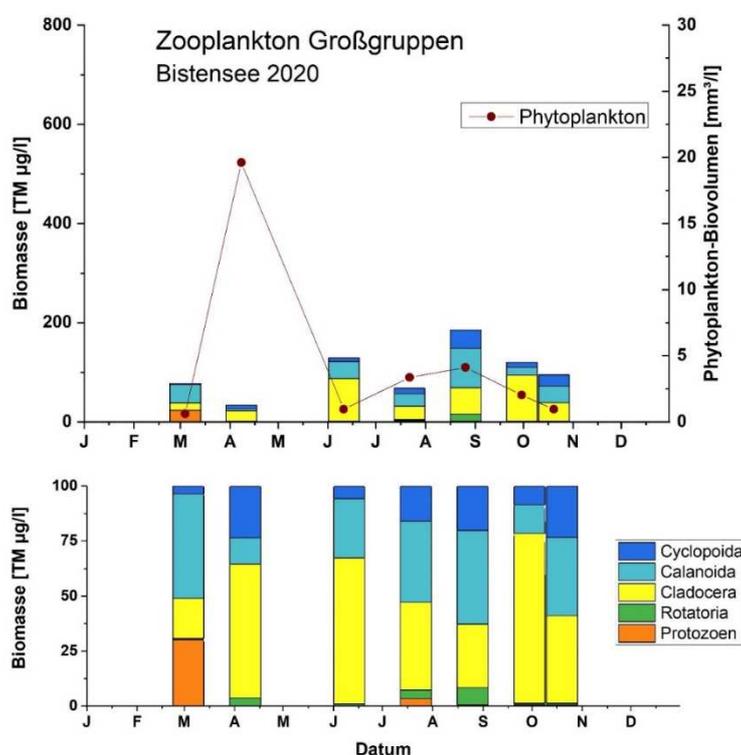


Abb. 15: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Punkt-Linie) für den Bistensee im Jahr 2020. Oben: Absolute Biomassegehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

Nahrungsnetz nach PhytoLoss

Grazing und Nahrungslimitation

Die Futterqualität liegt ganzjährig auf gerigem Niveau, bedingt durch die hohen Anteile schlecht fressbarer Kieselalgenarten (Frühjahrs-Dominanz von *Aulacoseira islandica*, einer kettenbildenden großvolumigen Art) und Blaualgen. Der höchste Anteil fressbaren Phytoplanktons wurde im Herbst (20.10.2020) registriert (>48%). Der Futterqualitätsindex (FQI) beträgt 2,1; für Cladoceren sind die Nahrungsgrundlagen bezogen auf das

Phytoplankton noch ungünstiger, für den FQIC wurde ein Wert von 1,4 ermittelt. Der Gesamtumsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse (Z/P) ist ebenfalls gering; der Umsatz der für die Cladoceren verwertbaren Algenklassen ist dagegen hoch. Im PhytoLoss-Verfahren werden Grazing-Effektclassen von 2 (Z/P), 5 (CGI) und 4 (MGI) ausgewiesen (Abb. 16, Abb. 17).

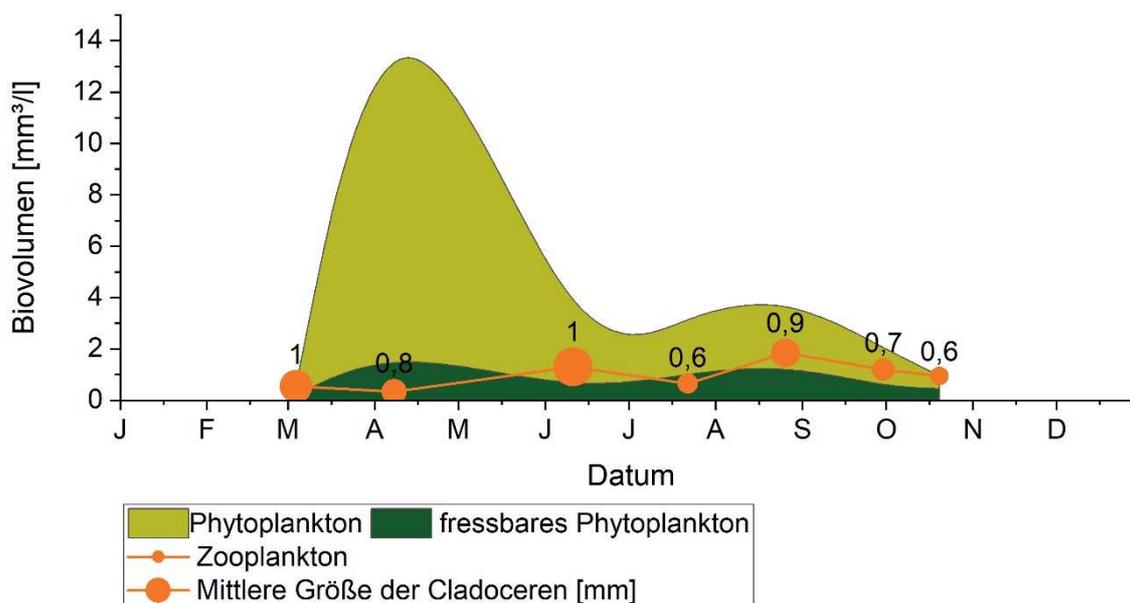


Abb. 16: Nahrungsgrundlagen, unterteilt in gesamtes Phytopl. und fressbares Phytopl. (als Phytoplanktonbiovolumen), Zooplanktonbiovolumen und mittlere Größe der Cladoceren für den Bistensee im Untersuchungszeitraum 2020

Prädation

Der Cladoceren-Größenindex (**GIC**) liegt im Sommer und bezogen auf den gesamten Untersuchungszeitraum bei 3,0 bzw. 4,2 $\mu\text{g}/\text{Ind}$ (jeweils Medianwerte). Die mittlere Körpergröße der Cladoceren erreicht bis zum Frühjahr Werte um 1 mm, in der zweiten Jahreshälfte sind die Tiere/Arten kleiner, was auch in einem Rückgang des GIC zu erkennen ist. Die großen Filtrierer *Daphnia* sp. kommen ganzjährig im Zooplankton vor, in der zweiten Jahreshälfte ist vor allem *Daphnia cucullata* als kleinere Art unter den Daphnien aspektbestimmend vorhanden; zusätzlich bilden *Diaphanosoma brachyurum*, *Bosmina longirostris* und/oder *Chydorus sphaericus* hohe Bestandsdichten aus. Ein moderater Fraßdruck planktivorer Fische auf die größeren Cladoceren ist sehr wahrscheinlich. Der über das PhytoLoss Verfahren errechnete **FPI** indiziert mit Effektklasse 4 durchschnittliche Fischfraß-Effekte (Abb. 16, Abb. 17).

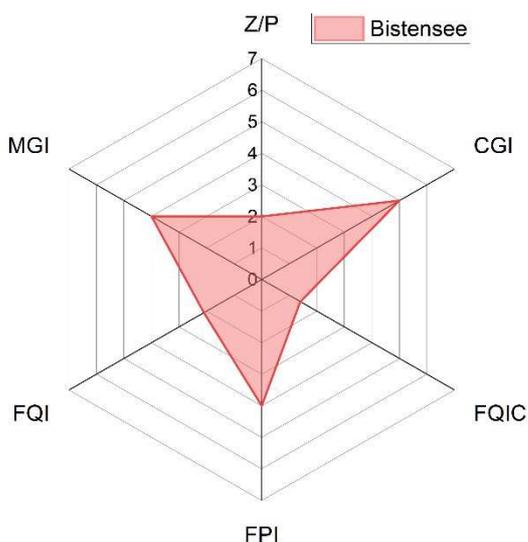


Abb. 17: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Bistensee im Jahr 2020.

5.4.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Bistensee

5.4.3.1 Trophie und Phytoplankton

Für die Diskussion wurden Altdaten zur Trophie und zum Phytoplankton der letzten 4 untersuchten Jahre 2005, 2011, 2014 und 2017 mit einbezogen (ARP & DENEKE 2006, ARP & MAIER 2012, ARP, MAIER & MICHELS 2015 und 2018), wobei beim Phytoplankton der Bearbeiter stets der gleiche war.

Der mittelgroße langgestreckte Bistensee liegt bezüglich der See-Streckung ziemlich genau in der Hauptwindrichtung (SW → NO) und ist daher windexponiert. Der See ist zwar im Sommer (i.d.R. Juni-August) an der tiefsten Stelle (14 m) relativ deutlich geschichtet, jedoch ist das Epilimnion mit > 6 m eher groß, im Spätsommer oft sogar noch größer, wie auch die Altdaten zeigen. Somit ist etwa 50 % des Seevolumens im Sommer ständig durchmischt.

Die Phosphorgehalte, die in der ersten Jahreshälfte moderat erhöht sind, nehmen ab Spätsommer i.d.R. durch die zunehmende Durchmischung unterer Wasserschichten deutlich zu, wie auch Altdaten dieses Sees vor 2020 zeigen. Im Jahr 2020 gab es zudem atypisch auch im Frühjahr sehr hohe P-Werte (Abb. 18). Die beobachteten unberechtigt eingeleiteten Biogasabfälle in der ersten Jahreshälfte 2020 am Nordufer (BIOTA 2021a) haben möglicherweise zu dem P-Anstieg 2020 beigetragen.

Die hohen P-Gehalte im Jahr 2020 wurden noch schwächer in Phytoplanktonbiomasse als im Arenholzer See umgesetzt (Saisonmittel Chl.a/TP = 0,13), ähnlich niedrig auch 2011 und 2014. Einzige markante Ausnahme ist das Jahr 2005, als deutlich geringere P-Gehalte gemessen wurden und der Umsatz von P in Chl.a gegenüber späteren Jahren fast 3x so hoch war (Abb. 19, Tab. 17).

Im Jahr 2005 wird bei nur moderat erhöhten P-Gehalten, meist 0,03 – 0,05 mg/l TP, Phosphor effizienter in Biomasse umgesetzt als bei höheren P-Gehalten, weil bei höheren Gehalten andere Parameter wie Stickstoff oder Licht eher limitierend wirken können als bei niedrigen P-Gehalten (siehe dazu auch Disk. Süseler See Kap. 5.6.3). 2005 ist im Sommer öfter von

einer P-Limitierung auszugehen (gelöster anorg. P = SRP meist $< 0,005$ mg/l und Saisonmittel N/P = 41 (Gewichtsbasis)).

Der relativ geringe Umsatz von P in Chl.a in den meisten Jahren nach 2005 ist dagegen vermutlich durch Lichtmangel und phasenweise P- bzw. N-Mangel zu begründen:

- **Lichtverfügbarkeit:** Der Bistensee ist für einen Flachsee des Typs 11.1 relativ tief (mittlere Tiefe 7,2 m). Bei einer mittleren Sichttiefe von 2 m ist daher die Lichtverfügbarkeit im Wasserkörper der tieferen Seebereiche gering. Der Quotient Z_{eu}/Z_{mix} als ein übliches Maß für die Lichtdurchlässigkeit im Wasserkörper⁶ ist aktuell 2020 sehr niedrig und mit im Mittel 0,7, im Sommer bei 0,5, etwa halb so hoch wie im flacheren Arenholzer See. Auch in früheren Jahren ist der Quotient niedrig (im Bereich 0,5-0,7).
- **Phosphormangel:** 2005 bis 2017, besonders ausgeprägt 2014 (April bis August), wurde phasenweise Phosphormangel festgestellt (SRP < 10 μ g/l) (Abb. 18). 2014 waren die Phytoplanktongehalte am niedrigsten (Abb. 19, Tab. 17).
- **Stickstoffmangel:** Ab 2014 wurde alljährlich im Hochsommer an 1-2 Terminen Stickstoffmangel festgestellt (DIN $\ll 100$ μ g/l, TN/TP < 9 (Gewichtsbasis) und DIN/TP < 1 , wenn auch deutlich seltener beim Stickstoff als im Arenholzer See.
- Ein Einfluß der **submersen Makrophyten** ist im relativ tiefen Bistensee deutlich geringer als z.B. im Arenholzer See oder Wardersee b. Warder.

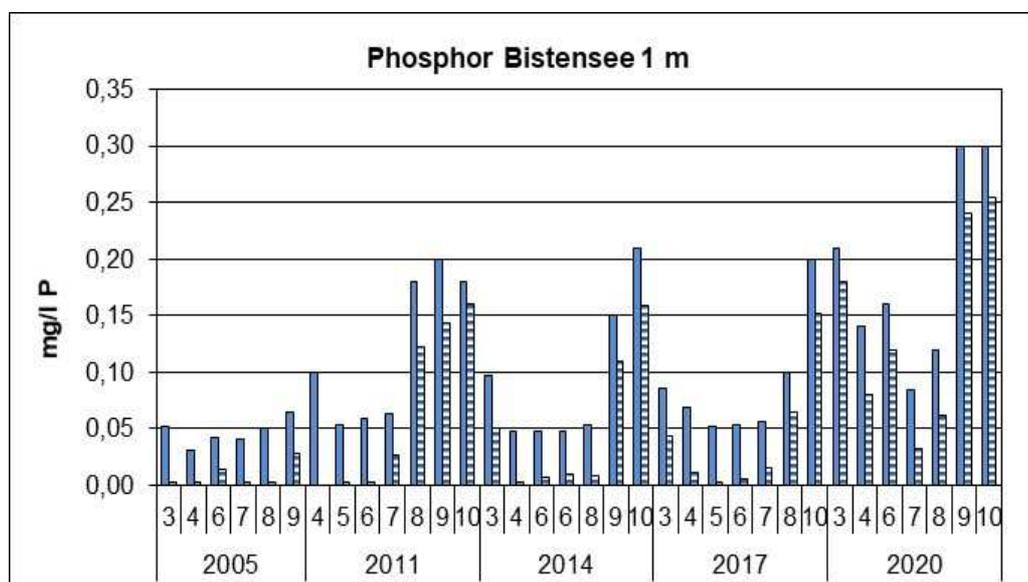


Abb. 18: Phosphor im Bistensee in 1 m Tiefe in den Jahren 2005, 2011, 2014, 2017 und 2020: Gesamtphosphor (blau) und gelöstes anorganisches Phosphat (waggerecht gestrichelt) (Chemiedaten vom LLUR).

⁶ Z_{eu} = euphot. Zone, Z_{mix} = durchmischte Tiefe. Bei Volldurchmischung wurde für die Ermittlung von Z_{eu}/Z_{mix} die mittlere Tiefe genommen.

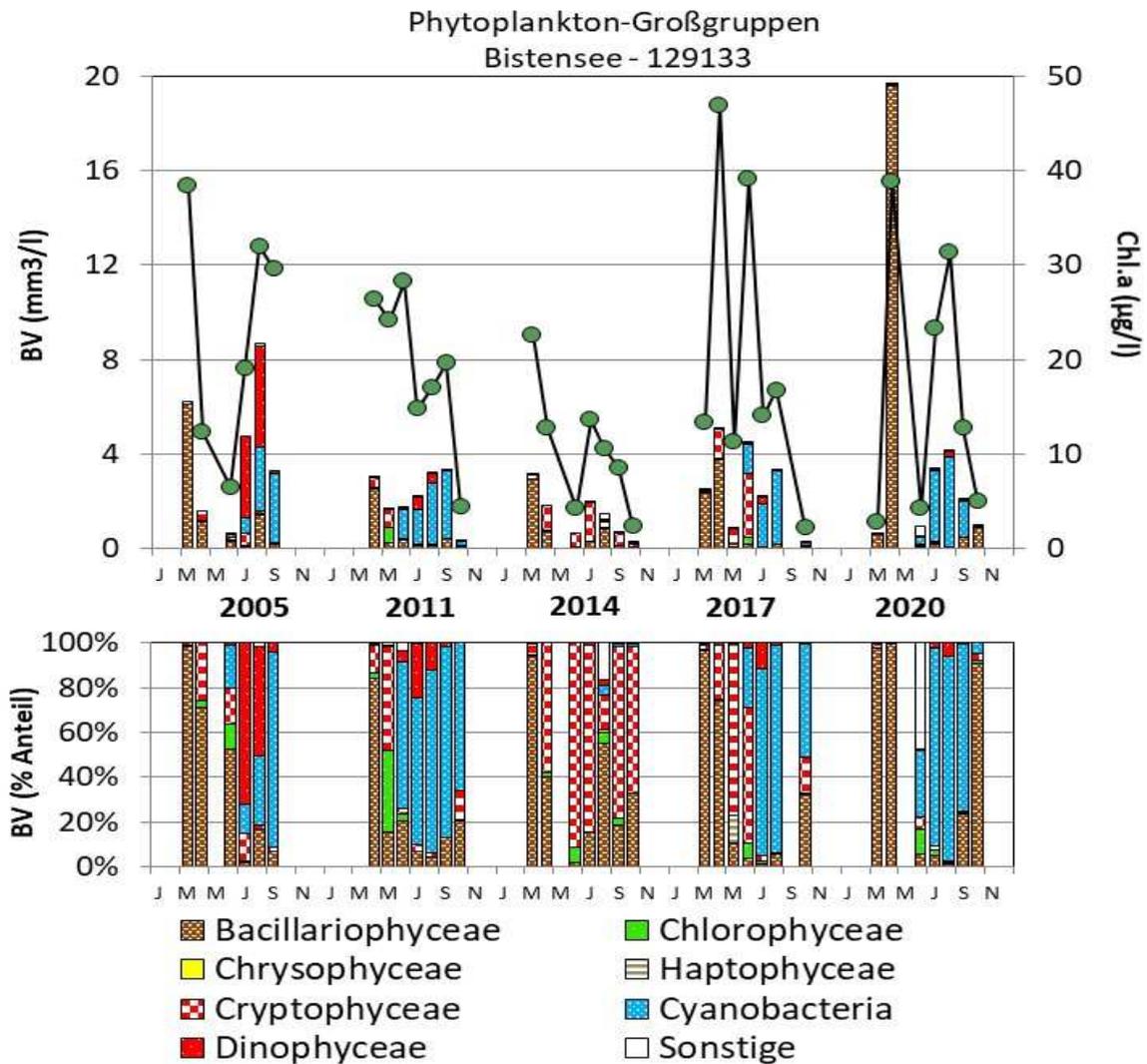


Abb. 19: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Bistensees für die Jahre 2005, 2011, 2014, 2017 und 2020. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Frühjahrsentwicklung

Im Frühjahr gibt es beim Vergleich der 5 Jahre im Bistensee unterschiedliche Dominanzen. Die Kieselalge *Aulacoseira islandica* trat 2017 und 2020 anteilig stark hervor. Sie wurde in früheren Jahren im Bistensee auch gefunden, wenn auch weniger dominant. Diese Art ist besonders großvolumig und schwer und benötigt daher vermutlich stärkere Durchmischung, so dass sie nicht alljährlich auftritt.

Im Jahr 2005, im Jahr der geringsten Nährstoffgehalte, dominierte im April v.a. *Cyclotella radiosa*. 2011 bis 2017 waren demgegenüber im Frühjahr *Cyclostephanos dubius* und *Stephanodiscus neoastraea* stärker vertreten, wenn auch in unterschiedlich hohen Anteilen.

Sommerliche Dominanz von *Microcystis*

Durch die meist stabile sommerliche Schichtung im Bistensee sind daran angepasste Arten im Konkurrenzvorteil. Dazu zählen die gallertige Blaualge *Microcystis* und die Hornalge *Ceratium*. In den Jahren 2005, 2011, 2017 und 2020 dominierte im Sommer/Herbst *Microcystis*, v.a. *M. aeruginosa*, 2005 zusätzlich *Ceratium*. Nur 2014 waren Cryptophyceen und Bacillariophyceen im Bistensee im Sommer/Herbst dominant. Im Jahr 2014 waren die TP-Gehalte von April bis Ende Juni unterhalb 50 µg/l und Ende August mit 53 µg/l nur unwesentlich höher. Das waren in diesem Zeitraum die niedrigsten Gehalte aller Jahre nach 2005. Die sommerliche Schichtung war nicht signifikant anders als in den übrigen Jahren. Auch ein erhöhter Fraßdruck durch das Zooplankton ist für 2014 nicht erkennbar (s.u. → Zooplankton).

Microcystis als die deutliche dominierende Art im Sommer/Herbst im Bistensee gehört wie auch *Ceratium* nach REYNOLDS (2006) im Epilimnion von eutrophen Seen zur gleichen funktionellen Gruppe (Codon Lm). Durch Ihre Fähigkeit zum vertikalen Positionswechsel (*Microcystis*: Absinken und Auftreiben durch Dichteveränderung mittels Gasakuolen; *Ceratium*: Vertikalwanderung durch Besitz von Geißeln) können beide jederzeit relativ in schnell für das Wachstum günstige Wasserschichten gelangen und sind zudem durch die Gallerte bzw. Toxizität (*Microcystis*) bzw. Sperrigkeit (*Ceratium*) vor vielen Zooplanktern besser fraßgeschützt. Welche der beiden Gattungen sich im Jahresverlauf durchsetzen oder beide gleichzeitig oder zeitversetzt auftreten, hängt u.a. oft von den Startbedingungen im Frühjahr ab, u.a. dem Nährstoffgehalt und den Lichtbedingungen. Eigene Auswertungen zeigen, dass *Microcystis* dann gegenüber *Ceratium* dominiert, wenn die Phosphorgehalte sehr hoch sind, wie es im Bistensee der Fall ist.

Trophieindex, PhytoSee-Bewertung

Der Bistensee wurde in allen Jahren stets eutroph 2 eingestuft, trotz z.T. sehr unterschiedlicher Phosphorgehalte, aber auch unterschiedlichen Umsätzen von P in Chl.a) (Tab. 17)

Der Bistensee wurde in allen 5 Jahren anhand der Qualitätskomponente (QK) Phytoplankton mit der software Phytosee 7.1 stets gut bewertet (Planktontyp 11.1). Für 2011 wurde die gute Einstufung vom Verfasser fachgutachterlich in eine mäßige Einstufung geändert. Insgesamt ist zu bedenken, dass der Bistensee im Grenzbereich zwischen 10er und 11er Typ liegt. Er ist i.d.R. im Sommer (Jun-Aug) eindeutig geschichtet, wenn auch weniger stabil wie viele 10er Seen. Als typischer 11er See, der im Sommer unregelmäßig durchmischt ist, ist er auch nicht einzustufen.

Der Bistensee ist meistens im Spätsommer/Herbst bei Sichttiefen << 2 m zwar blualgendominiert, wenn auch mit moderaten Biomassen, so dass er als 11.1er See gut eingestuft wird. Er liegt fachgutachterlich eindeutig im Grenzbereich zur nächsten Klasse „mäßig“ (Tab. 17).

Tab. 17: Vergleich wichtiger Parameter (Saisonmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie 2020 im Vergleich mit früheren Jahren für den Bistensee, tiefste Stelle.-

Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor.-
* Zusätzlich ist bei abweichender Meinung des Verfassers zur PSI-Berechnung mittels Phytosee 7.1 (in Klammern) die fachgutachterliche Bewertung (FAG) aufgelistet.- **: 6 Proben von März bis Sept.- *** Proben bis zum Juni aus 1 m Tiefe.

Bistensee (Saisonmittelwerte)	Sicht- tiefe (m)	TP (1 m) (mg/l)	Chl a (Zintegr.) (µg/l)	PP BV (Zintegr.) (mm ³ /l)	Trophie-Index (LAWA 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.1)
2005**	1,6	0,047	23 ***	4,3 ***	3,08 (e2)	2,30
2011	1,4	0,119	19,2	2,2	3,37 (e2)	FAG* 3 (2,07)
2014	1,7	0,093	10,7	1,4	3,05 (e2)	1,60
2017	2,0	0,088	20,5	2,7	3,18 (e2)	2,40
2020	2,0	0,188	16,9	4,5	3,44 (e2)	2,34

5.4.3.2 Zooplankton

Für die Diskussion wurden Altdaten zum Zooplankton der letzten 3 untersuchten Jahre 2011, 2014 und 2017 mit einbezogen (ARP & MAIER 2012, ARP, MAIER & MICHELS 2015 und 2018); die Untersuchungen von 2011 und 2014 sowie von 2017 und 2020 wurden vom gleichen Bearbeiter durchgeführt.

Die mittlere Biomasse des Metazooplanktons (Medianwerte) nimmt seit 2011 ab, 2020 wurden die geringsten Werte ermittelt. Parallel verändern sich die Biomasseanteile der Großgruppen (Abb. 20, Abb. 21):

- War die Biomasse 2011 und 2014 von cyclopiden Copepoden geprägt, haben die Cladoceren 2017 und 2020 höhere Biomasseanteile.
- Der Cladoceren-Größenindex geht von 2011 bis 2017 zurück, von der in 2014 durch das Fehlen der Blaualgen deutlich besseren Futterqualität profitieren vor allem kleine Cladocerotaxa. 2017 kommt es dagegen zu einer starken sommerlichen Entwicklung von *Daphnia cucullata* bei Dominanz von Chryptophyceen (im Juni) bzw. Cyanobakterien ab August. 2020 sind innerhalb der Cladoceren bei insgesamt geringeren Individuendichten die großen Filtrierer divers vorhanden und haben kleinere Taxa erst vom Hochsommer bis zum Herbst höhere Anteile an der Besiedelungsdichte.
- Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonbiomasse ist generell niedrig, die höchsten Werte wurden 2017 ermittelt

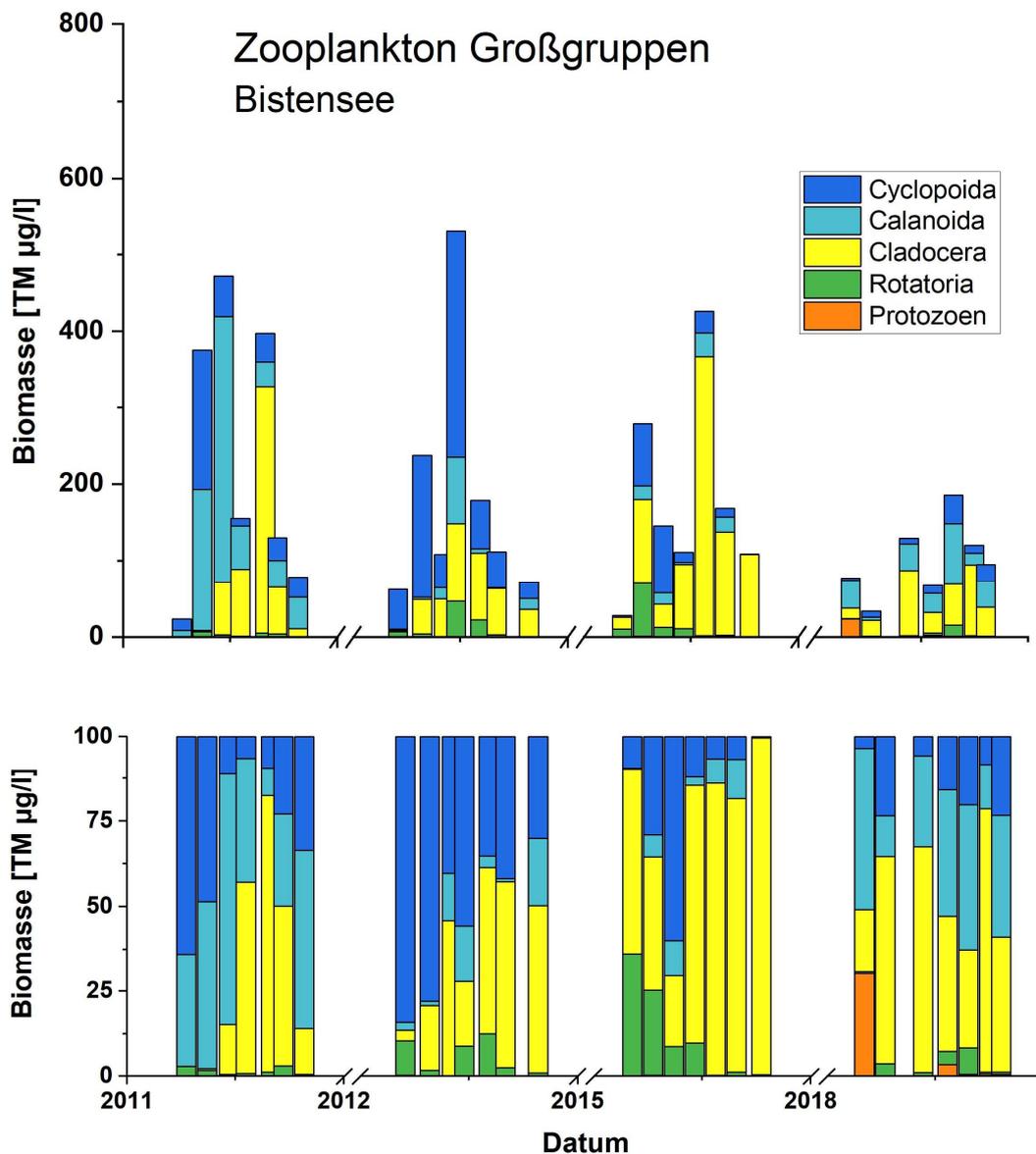


Abb. 20: Biomasse der Zooplankton-Großgruppen des Bistensees für die Jahre 2011, 2014, 2017 und 2020. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

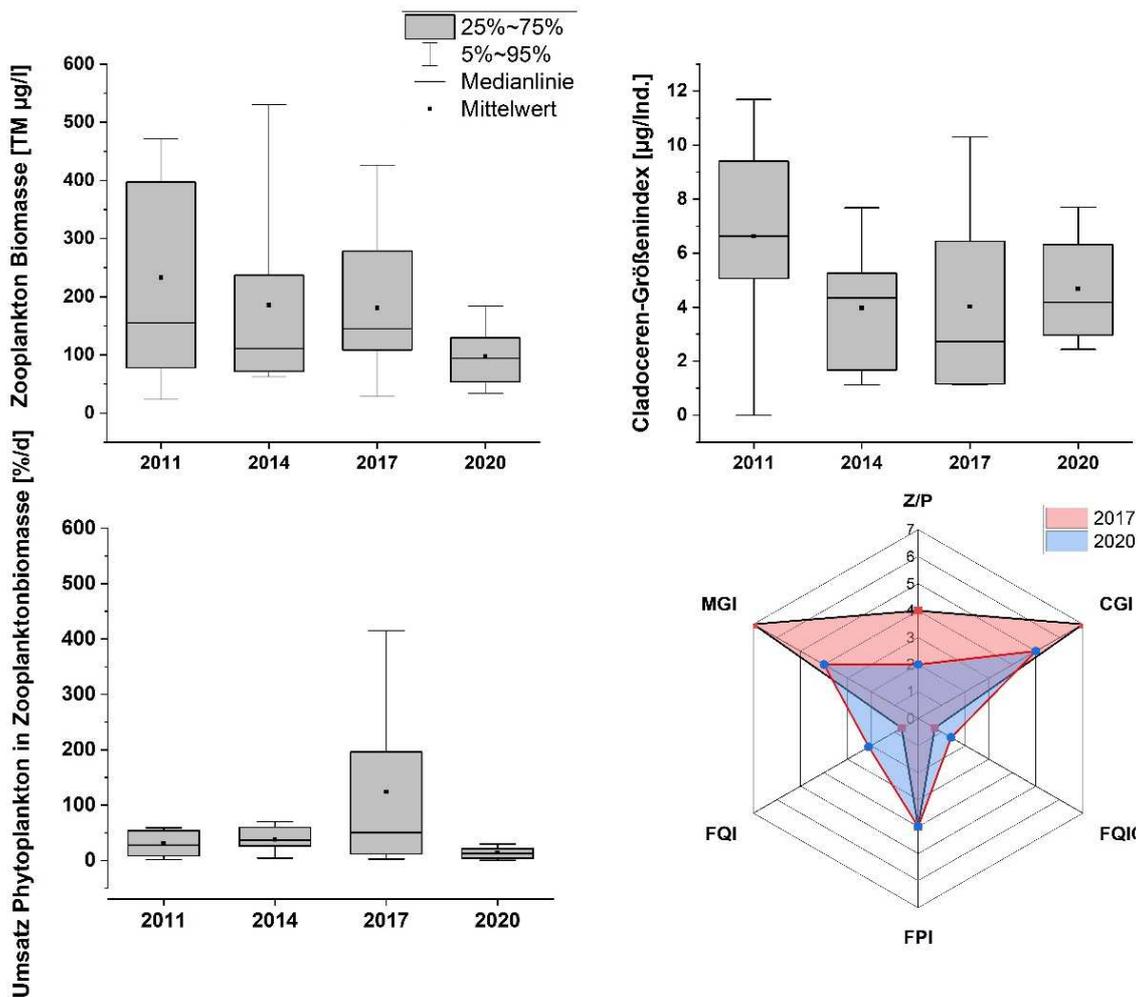
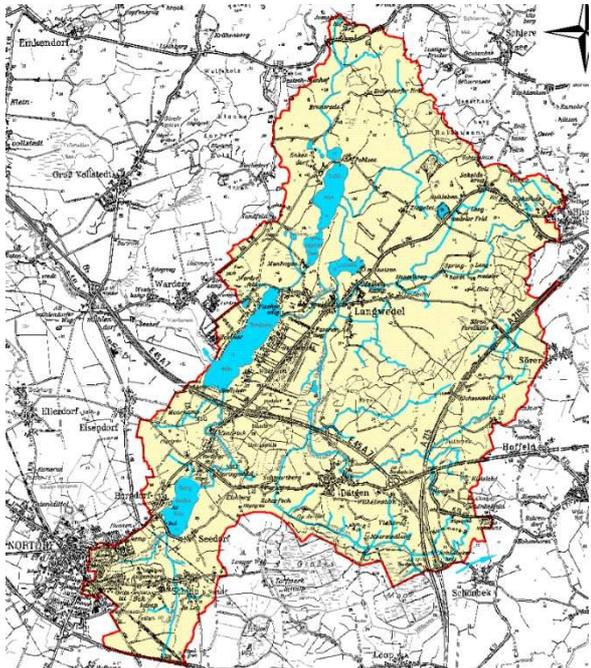


Abb. 21: Zooplankton-Biomasse (oben links), GIC (oben rechts), Z/P (unten links) und Phytozoss-Indizes (unten rechts) und im Jahresvergleich für den Bistensee

5.5 Plankton Brahmsee

Stammdaten, limnochemische und –biologische Mittelwerte 2020 + Indices					
Seetyp (Plkt.)	VQ [km ² 10 ⁶ m ⁻³]	See-Fläche [km ²]	Tiefe–mittel [m]	Tiefe–max [m]	th. Verweilzeit [a]
11.1	9,9	1,09	5,5	10,4	0,3
TP _{1m} [mg/l]	Sichttiefe [m]	Chl a Z _{integr.} [µg/l]	BV Z _{integr.} [mm ³ /l]	Trophie-Index (LAWA 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.1)
0,101	1,7	15,2	2,6	3,15	1,72
Tiefenkarte und oberirdisches Einzugsgebiet					
 <p>Brahmsee</p>					

Der flache und mittelgroße Brahmsee, nordöstlich Nortorf im östlichen Hügelland gelegen, weist ein relativ großes Einzugsgebiet auf und liegt inmitten einer Seenkette, mit den Pohlseen und Manhagener See oberhalb und dem Wardersee unterhalb. Zudem erhält er Wasser vom Lustsee und Borgdorfer See (insgesamt die Nortorfer Seenkette genannt). Der See liegt im weichsel-eizeitlichen Sandergebiet (LANU 2000). Das nahezu gesamte Ufer ist mit Erholungsgrundstücken und ca. 100 Stegen bestanden, die meist bis zur Wasserlinie reichen. Ebenso befinden sich Campingplätze und öffentliche Badestellen am See (BIOTA 2021).

An submersen Makrophyten dominiert die Schmalblättrige Wasserpest (*Elodea nuttallii*), weitere zahlreich vorkommende Begleitarten sind Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*) und Spreizender Wasserhahnenfuß (*Ranunculus circinatus*). Insgesamt wurden 2020 zehn Arten gefunden, auch Characeen. Die untere Makrophytengrenze hat sich seit 2014

vergrößert und lag 2020 im Mittel bei 2,9 m. Der Deckungsgrad lag 2020 im Mittel bei 24 %⁷ (BIOTA 2021a).

5.5.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen März und Oktober 2020 wurden 7 tiefenintegrierte Mischproben aus 0-6 m Tiefe entnommen. Der Brahmsee weist im Mittel moderat erhöhte Phytoplanktongehalte auf (Saisonmittel $2,6 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ Biovolumen und $15,2 \mu\text{g l}^{-1}$ Chl.a). Es dominierten bis zum Sommer v.a. Bacillariophyceen (Kieselalgen) und Cryptophyceen (Schlundalgen), während im Sommer und Herbst Dinophyceen (Hornalgen) und Cyanobakterien verstärkt hervortraten (Abb. 22). Insgesamt wurden 71 verschiedene Taxa identifiziert.

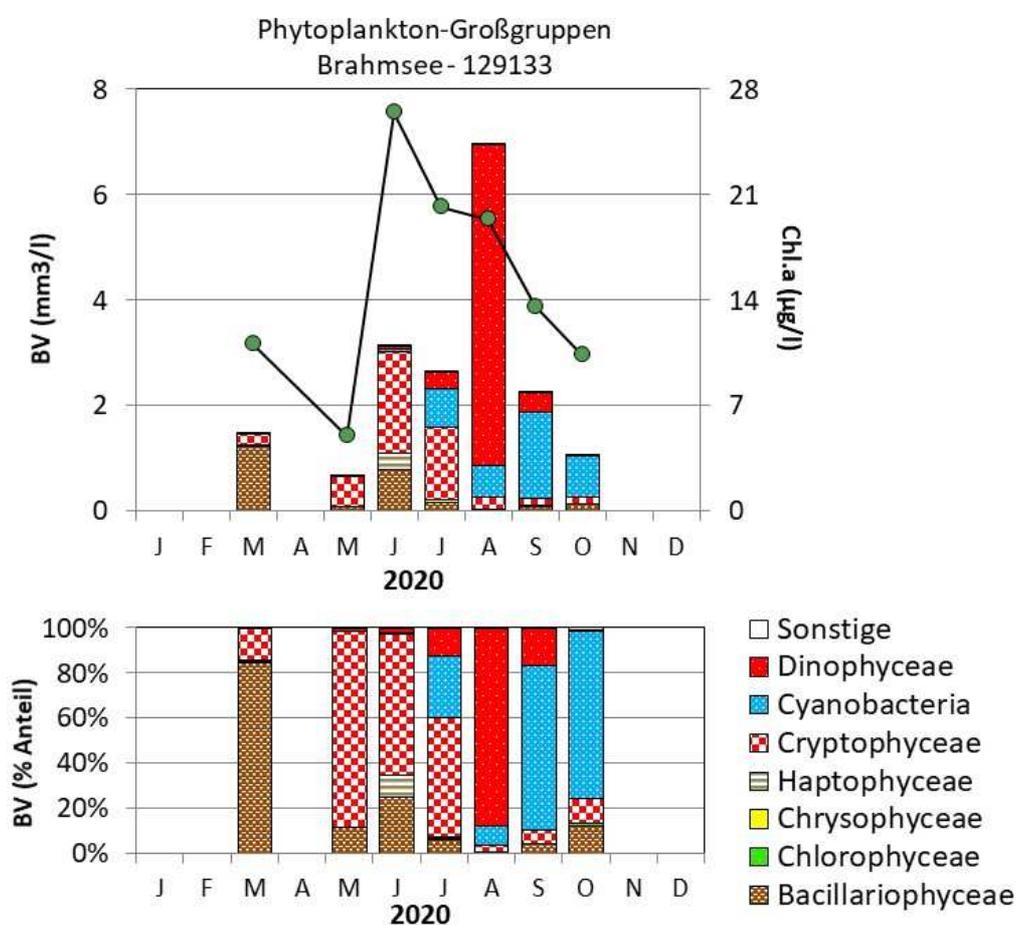


Abb. 22: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Brahmsees im Jahr 2020. Oben: Absolute Biovolumina, unten: Prozentuale Anteile.

Im März war die centrische Kieselalgen-Art *Stephanodiscus neoastraea* mit 61 % Anteil an der Gesamtbioasse das Haupttaxon, ähnlich wie im Arenholzer See. Auch die übrigen Kieselalgenarten waren fast ausschließlich centrische Formen, wobei die kettenbildende Gattung *Aulacoseira* mit 3 Arten auftraten (*Aul. ambigua*, *Aul. granulata* und *Aul. subarctica*).

⁷ Der prozentuale Deckungsgrad für jedes untersuchte Transekt bezieht sich auf die Fläche von 0 m bis zur unteren Makrophytengrenze (UMG).

Nach einem kleinen Biomasse-Einbruch Mitte Mai mit starker Dominanz der Schlundalgen und der kleinzelligen Hauptart *Rhodomonas lacustris* (77 % Anteil), änderte sich das Bild bis Mitte Juni erneut. Bei steigenden Biomassen waren bei den Schlundalgen neben *Rhodomonas lacustris* auch die größervolumige Gruppe *Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus* ähnlich dominant. Bei den Kieselalgen waren *Aulacoseira graulata* und *Aul. subarctica* mit je 7 % Anteil ähnlich häufig.

Ab Juli bis zum Oktober traten die Blaualgengattung *Microcystis* und/oder die großvolumige Hornalge *Ceratium* gehäuft auf, wobei zum Herbst hin *Microcystis* in der Biomasse deutlich überwog. Bei *Microcystis* dominierte deutlich die Art *M. aeruginosa*, im September und Oktober mit einem jeweiligen Anteil von etwa 2/3 der Gesamtbiomasse. Die Dinophyceen wurden v.a. durch die 2 Arten *C. hirundinella* (August) und *C. furcoides* (August und September), zudem durch die Art *Peridiniopsis polonicum* (August), dominiert.

Beide genannten wichtigen Gattungen, *Ceratium* und *Microcystis*, gehören nach REYNOLDS (2006) im Epilimnion von eutrophen Seen zur gleichen funktionellen Gruppe. Allgemein wurde beobachtet, dass in flachen Seen nach kurzzeitigen Durchmischungen des Wasserkörpers, wie es im polymiktischen Brahmsee im Sommer bis in 6 m und tiefer vorkommt, besonders große gasvakuolenträgenden Blaualgen-Kolonien wie *Microcystis* fähig sind, schneller als viele andere Algen und auch andere Blaualgen aus den tieferen nicht durchmischten Zonen innerhalb weniger Stunden mehrere Meter zur durchlichteten Zone aufzutreiben bzw. bei Lichthemmung in dunklere Schichten abzusinken. Daher wird *Microcystis* bei diesem Gewässertyp (Flachsee mit teils täglicher Durchmischung) einer eigenen funktionellen Gruppe zugeordnet (Codon M; REYNOLDS et al. 2002). (siehe dazu auch Disk. Bistensee Kap. 5.4.3).

5.5.2 Ergebnisse Zooplankton

Der Brahmsee wurde vom 24.03. bis zum 14.10.2020 an insgesamt 7 Terminen auf das Zooplankton untersucht. Insgesamt wurden 40 Arten sowie höhere Taxa des Metazooplanktons festgestellt (Rotifera – 22, Cladocera – 10 und Copepoda – 8). Darüber hinaus waren 5 Taxa aus der Gruppe der Protozoen sowie Larven der Dreikantmuschel (*Dreissena* sp.) in den Proben vorhanden. Besonders bemerkenswert ist das vergleichsweise hohe Vorkommen von Ciliaten (*Tintinnopsis* sp.) im Mai. Als carnivore Arten konnte die Raubcladocere *Leptodora kindtii* und Larven der Büschelmücke *Chaoborus* sp. in geringen Individuendichten nachgewiesen werden.

Artenspektrum und Individuendichten

Die Individuendichte der Rädertierchen ist durchschnittlich hoch, im Mittel waren 313 Ind./l (Mittelwert) vorhanden. Die höchste Individuendichte wurde am 13.05.2020 mit 713 Ind./l dokumentiert. Dominante Arten des Frühjahrs sind neben *Keratella cochlearis* und *K. quadrata* verschiedenen Arten der Gattung *Synchaeta* sowie das Flossenrädertier *Polyarthra dolichoptera*. *Synchaeta* sp. wird im Sommer zum aspektbestimmenden Taxon bevor im Spätsommer und Herbst *Pompholyx sulcata* und *Asplanchna priodonta* das Bild der

Rotatoriengemeinschaft bestimmen. Nahrungsspezialisten (verschiedene Arten der Gattung *Trichocerca*) sind in geringen Individuendichten vorhanden, *T. capucina* hat Ende August einen Anteil von 22% an der Individuendichte der Rotatorien (Tab. 18).

Tab. 18: Individuendichten der Rotatorien ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Rädertiere im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Rotatorien) im Brahmsee, 2020.

Taxon	Datum						
	24.03.2020	13.05.2020	11.06.2020	15.07.2020	27.08.2020	16.09.2020	14.10.2020
Rotatorien ges. [Ind./l]	18,4	713,0	488,4	168,2	634,0	152,4	18,2
Asplanchna priodonta	-	-	-	-	-	53	-
Keratella cochlearis	-	42	-	-	-	-	-
Keratella quadrata	-	29	-	-	-	-	-
Polyarthra dolichoptera	19	-	-	-	-	-	-
Pompholyx sulcata	-	-	-	-	41	-	50
Synchaeta	41	-	83	60	-	-	-
Synchaeta pectinata	19	-	-	-	-	-	-
Trichocerca similis	-	-	-	-	22	-	-

Die Individuendichte der Cladoceren ist hoch im Vergleich zu den in Los 2 untersuchten Seen, im Mittel waren 43 In./l (Mittelwert) in den Proben vorhanden. Die höchsten Individuendichten wurden mit 89 Ind./l im Herbst (16.9.2020) festgestellt. Große Cladoceren (verschiedene Arten und Hybriden der Gattung *Daphnia*) sind ganzjährig vorhanden, besonders stetig und aspektbestimmend wurde *Daphnia cucullata* registriert. Im Frühjahr und Herbst haben kleinere Arten wie *Bosmina coregonii*, *Chydorus sphaericus* und *Diaphanosoma brachyurum* mindestens ähnlich hohe Anteile an der Cladocerenabundanz wie *Daphnia cucullata* (Tab. 19).

Tab. 19: Individuendichten der Cladoceren ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Cladoceren im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Cladoceren) im Brahmsee, 2020.

Taxon	Datum						
	24.03.2020	13.05.2020	11.06.2020	15.07.2020	27.08.2020	16.09.2020	14.10.2020
Cladoceren ges.	0,8	32,1	20,9	56,2	82,5	89,0	20,7
<i>Bosmina coregoni coregoni</i>	46	44	29	-	-	26	47
<i>Chydorus sphaericus</i>	-	-	-	-	-	-	40
<i>Daphnia cucullata</i>	23	22	47	54	62	36	-
<i>Daphnia galeata/cucullata</i>	23	-	-	-	-	-	-
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	-	-	-	38	-	37	-

Die Individuendichte der Copepoden ist überdurchschnittlich hoch im Vergleich zu den in Los 2 untersuchten Seen: im Mittel waren 157 Ind./l im Plankton vorhanden. Der Maximalwert liegt bei 401 Ind./l (27.8.2020). Innerhalb der Ruderfußkrebse dominieren die cyclopoiden Copepoden; besonders stetig und in vergleichsweise hohen Individuendichten kommen *Mesocyclops leuckarti* und *Thermocyclops oithonoides* vor. Calanoide Copepoden sind mit *Eudiaptomus graciloides* ganzjährig im Zooplankton vorhanden, darüber hinaus wurde auch *E. gracilis* regelmäßig nachgewiesen.

Tab 20: Individuendichten der Copepoden ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Copepoden im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Copepoden) im Brahmsee, 2020.

Taxon	Datum						
	24.03.2020	13.05.2020	11.06.2020	15.07.2020	27.08.2020	16.09.2020	14.10.2020
Copepoden ges.	18,8	167,2	90,4	235,0	401,5	170,5	16,0
Calanoida-Nauplius	-	13	13	11	-	13	-
Cyclopoida-Copepodid	-	20	-	-	-	17	-
Cyclopoida-Nauplius	29	47	65	59	76	44	66
Mesocyclops leuckarti	-	-	-	-	-	12	-
Thermocyclops oithonoides	35	-	-	14	-	-	16

Biomasse

Die **Biomasse** des Metazooplanktons im Brahmsee ist mit durchschnittlichen 295 µg/l (Mittelwert) bzw. 344 µg/l im Vergleich zu den anderen in Los 2 untersuchten Seen erhöht; nach TGL 27885/01 (1982) ergäbe sich eine Einstufung in den mesotrophen bis schwach eutrophen Bereich (siehe dazu Methodik Kap.4.5). Starke Massenbildner sind Cladoceren; ihr durchschnittlicher Anteil an der Zooplanktonbiomasse liegt bei 53%, höchste Biomasseanteile werden vor allem im Herbst gebildet. Der Anteil cyclopoider Copepoden beträgt durchschnittlich 29%, Calanoide bilden im Mittel 14% der Biomasse. Der Anteil der Rotorien ist mit durchschnittlichen 4% sehr gering (Abb. 23).

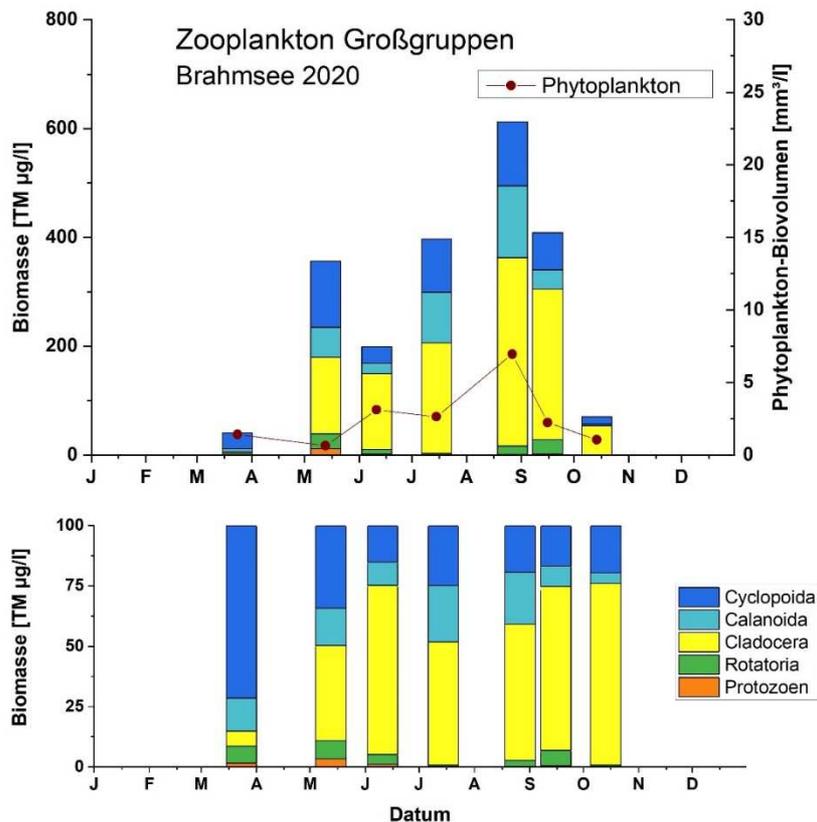


Abb. 23: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Punkt-Linie) für den Brahmsee im Jahr 2020. Oben: Absolute Biomassegehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

Nahrungsnetz nach PhytoLoss

Grazing und Nahrungslimitation

Die Futterqualität ist bis zum Sommer durchschnittlich hoch, bedingt durch die hohen Anteile gut fressbarer Kieselalgenarten und Schlundalgen (Chrytophyceae). Im Mai und Juni lag der Anteil des fressbaren Phytoplanktons deutlich über 50%. Mit dem Aufkommen von Hornalgen und Cyanobakterien wird die Futterqualität im Hochsommer und im Herbst deutlich geringer. Der Futterqualitätsindex (FQI) beträgt 2,1; für Cladoceren sind die Nahrungsgrundlagen bezogen auf das Phytoplankton ungünstiger, für den FQIC wurde ein Wert von 1,4 ermittelt. Der Umsatz des fressbaren Phytoplanktons in Zooplanktonbiomasse ist sehr hoch, ebenso der Gesamt-Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse (Z/P). Im PhytoLoss-Verfahren werden Grazing-Effektclassen von 5 (Z/P) und 7 für CGI und MGI ausgewiesen.

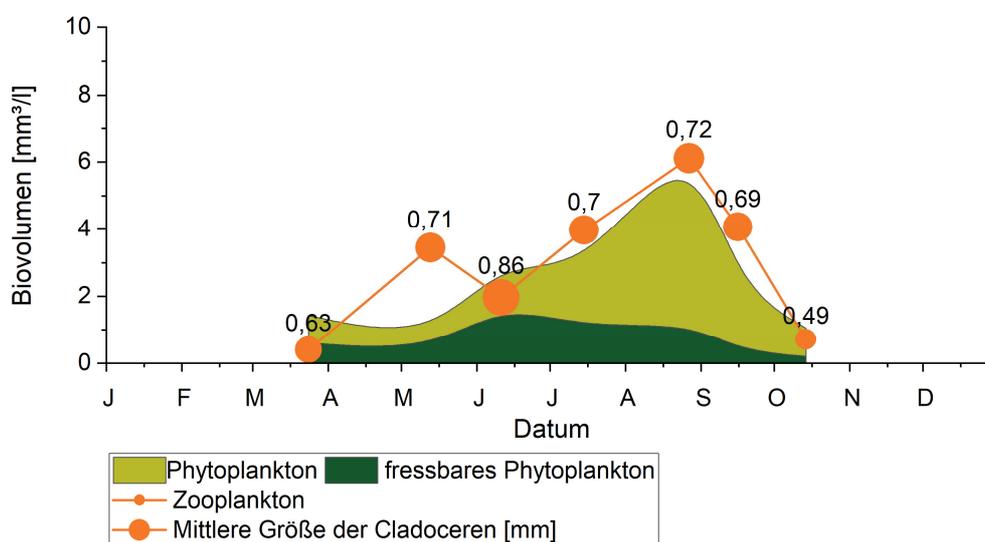


Abb. 24: Nahrungsgrundlagen, unterteilt in gesamtes Phytopl. und fressbares Phytopl. (als Phytoplanktonbiovolumen), Zooplanktonbiovolumen und mittlere Größe der Cladoceren für den Brahmsee im Untersuchungszeitraum 2020

Prädation

Der Cladoceren-Größenindex (**GIC**) liegt im Sommer und bezogen auf den gesamten Untersuchungszeitraum bei 3,1 bzw. 3,6 $\mu\text{g}/\text{Ind.}$ (jeweils Medianwerte). Die mittlere Körpergröße der Cladoceren erreicht bis Mitte Mai einen Wert um 1 mm, in der zweiten Jahreshälfte sind die Tiere/Arten kleiner, was auch in einem Rückgang des GIC zu erkennen ist. Die großen Filtrierer *Daphnia* sp. kommen ganzjährig im Zooplankton vor, in der zweiten Jahreshälfte ist vor allem *Daphnia cucullata* als kleinere Art unter den Daphnien aspektbestimmend vorhanden; zusätzlich bilden *Diaphanosoma brachyurum*, *Bosmina coregonii* und/oder *Chydorus sphaericus* hohe Bestandsdichten aus. Ein moderater Fraßdruck planktivorer Fische auf die größeren Cladoceren ist sehr wahrscheinlich. Der über das PhytoLoss Verfahren errechnete **FPI** indiziert mit Effektklasse 4 durchschnittliche Fischfraß-Effekte (Abb. 24, Abb. 25).

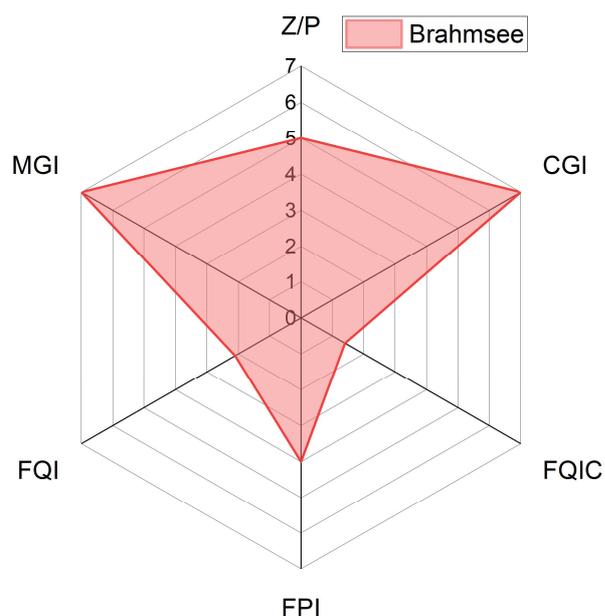


Abb. 25: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Brahmsee im Jahr 2020.

5.5.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Brahmsee

5.5.3.1 Trophie und Phytoplankton

Für die Diskussion wurden Altdaten zur Trophie und zum Phytoplankton der letzten 3 untersuchten Jahre 2005, 2010 und 2014 mit einbezogen (ARP & DENEKE 2006; ARP, KASTEN & MAIER 2011 und ARP, MAIER & MICHELS 2015), wobei beim Phytoplankton der Bearbeiter stets der gleiche war.

Der mittelgroße und langgestreckte Brahmsee ist ein polymiktischer Flachsee, mit schwacher sommerlicher Schichtung, außer im Jahr 2010, als die Schichtung von Mai bis August andauernd war. Der in der Hauptwindrichtung (SW → NO) liegende See weist oft ein großes Epilimnion von 6 – 7 m auf, so dass das Seevolumen sommerlich meistens zu etwa einem Drittel bis annähernd zur Hälfte voll durchmischt ist.

Entsprechend sind in diesem hoch eutrophen See die Phosphorgehalte im Mittel hoch, bis zum Frühsommer meist eher moderat erhöht und danach ab Spätsommer/Frühherbst sehr hoch ($\gg 0,1$ mg/l TP), mit meist hohem Anteil von gelöstem P im März und Spätsommer/Herbst. Dies gilt für alle Jahre außer 2005, wo es auch nur Daten bis Sept. gibt und kein spätsommerlicher P-Anstieg zu beobachten war (Abb. 26).

Im Jahr 2005 wird bei moderat erhöhten P-Gehalten von April bis August von 0,05 – 0,06 mg/l TP Phosphor effizienter in Biomasse umgesetzt als bei P-Gehalten $> 0,1$ mg/l TP ($\text{Chl.a/TP} = 0,44$), weil bei höheren Gehalten andere Parameter wie Stickstoff oder Licht eher limitierend wirken können als bei niedrigen P-Gehalten (siehe dazu auch Disk. Süseler See Kap. 5.6.3). Im gleichen Zeitraum 2005 ist potenziell eine P-Limitierung möglich (gelöster anorg. P = SRP $< 0,005$ mg/l und Saisonmittel N/P meist > 40 (Gewichtsbasis)).

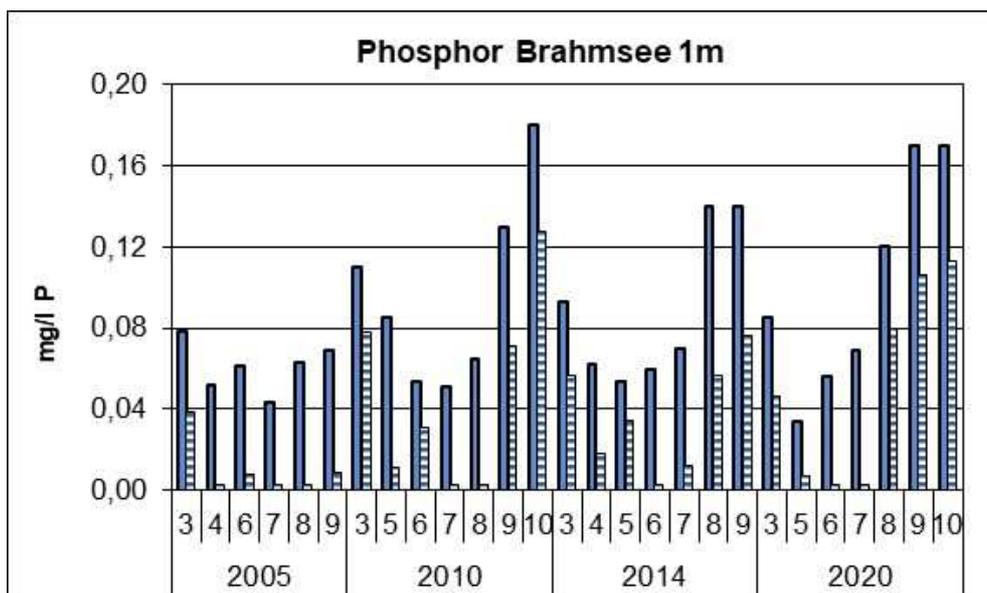


Abb. 26: Phosphor im Brahmsee in 1 m Tiefe in den Jahren 2005, 2010, 2014 und 2020: Gesamtposphor (blau) und gelöstes anorganisches Phosphat (waagrecht gestrichelt) (Chemiedaten vom LLUR).

Der Phosphor wird in allen untersuchten Jahren nach 2005 ähnlich schwach wie im Arenholzer See und Bistensee in Phytoplanktonbiomasse umgesetzt ($\text{Chl.a/TP } 2020 = 0,19$), daher 2010 und 2020 die gute Bewertung mittels PSI.

Mögliche limitierende Faktoren des Phytoplanktonwachstums nach 2005

- **Lichtmangel:** Das Lichtdargebot im Wasserkörper ist ähnlich wie im Bistensee deutlich schwächer als im Arenholzer See (der Quotient Zeu/Zmix als Maß für die Lichtdurchlässigkeit im Wasserkörper⁸ ist im Saisonmittel in allen Jahren stets < 1).
- Möglicher **Stickstoffmangel** wurde nach 2005 nur an 2 Terminen im Hochsommer/Frühherbst festgestellt ($\text{DIN} \ll 100 \mu\text{g/l}$ und DIN/TP (Gewichtsbasis) $< 1,6$).
- **Submerse:** Ein Einfluß der vorhandenen submersen Makrophyten und des darauf befindlichen Algenaufwuchses ist ähnlich wie im Bistensee vermutlich von untergeordeter Bedeutung.

Dominante Algengruppen und Taxa

Alljährlich wird der Brahmsee einerseits durch Bacillariophyceen geprägt, im Frühjahr durch solitäre Centrales und im Sommer durch *Aulacoseira*. Nach einem deutlichen Klarwasserstadium im Mai/Juni (sichtbar in 3 der 4 Jahre) steigen alljährlich im Juli, August die Phytoplanktonbiomassen an und bilden die höchsten Gehalte der Saison, sowohl beim Chl.a als auch Biovolumen. Es treten nun Dinoflagellaten und Cyanobakterien verstärkt

⁸ Zeu = euphot. Zone, Zmix = durchmischte Tiefe (bei Vollandurchmischung wurde die mittlere Tiefe genommen).

hervor, wobei die Cyanobakterien sich letztendlich durchsetzen und alljährlich bis zum Herbst alleine dominieren (Abb. 27).

Der frühjährliche Kieselalgenpeak ist alljährlich verschieden stark ausgeprägt. Die Kieselalgen werden in der Biomasse v.a. durch *Stephanodiscus neoastraea* und 2014 auch durch *Cylostephanos dubius* geprägt.

Im Sommer/Frühherbst traten in allen Jahren phasenweise nostocale Cyanobakterien und Dinoflagellaten mit *Ceratium furcoides* und *Ceratium hirundinella* gehäuft auf, daneben einmal im Herbst 2014 auch gehäuft *Planktothrix agardhii*. *Microcystis aeruginosa* und *M. wesenbergii* waren im Hochsommer/Frühherbst 2005, 2010 und 2020 die Haupt-Biomasse-Bildner, 2014 fast garnicht. Zudem trat *Aulacoseira*, vor allem *Aul. granulata*, 2005 und 2014 im Sommer häufig auf. Das jeweilige dominante Auftreten einzelner Arten und Gruppen hängt bei diesen schwach polymiktischen Seen u.a. stark von den Witterungsbedingungen und damit der Mixis ab.

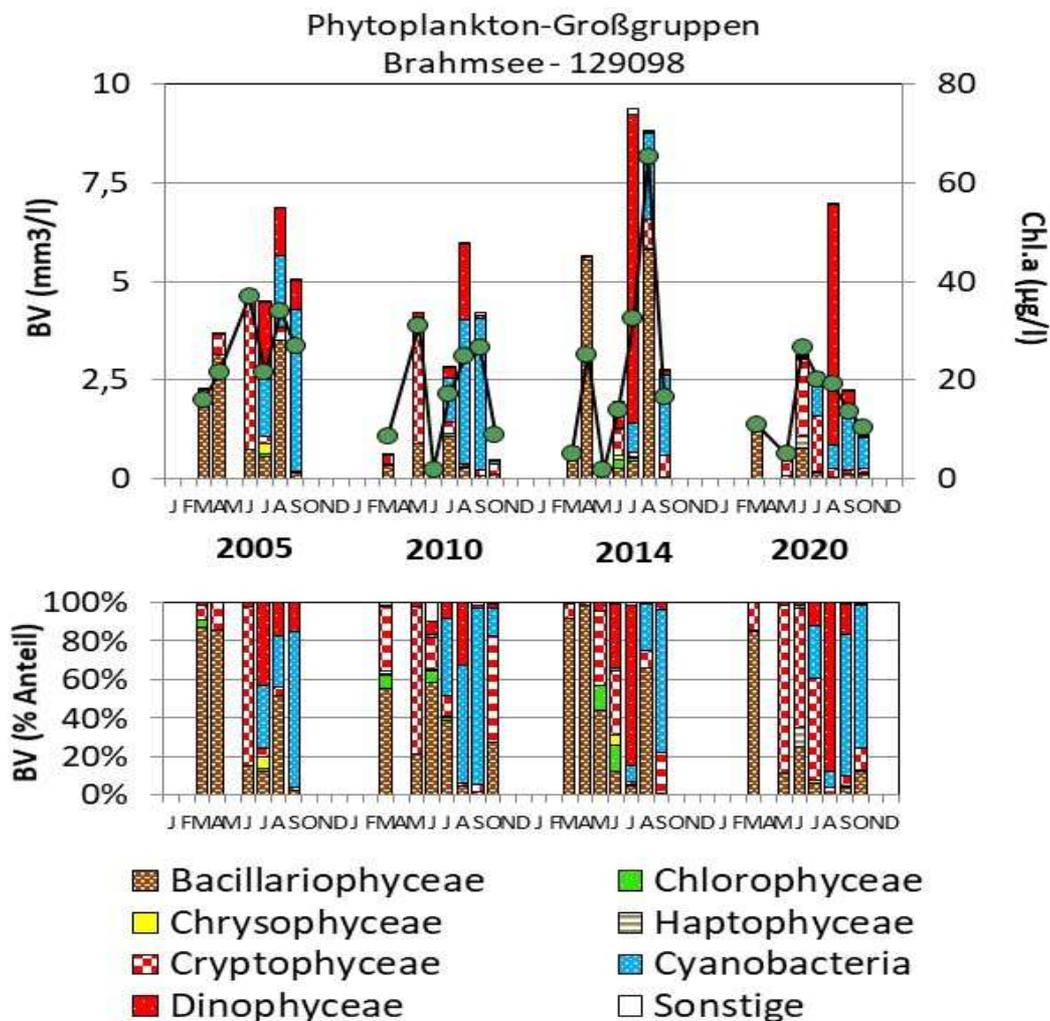


Abb. 27: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Brahmses für die Jahre 2005, 2010, 2014 und 2020. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Trophieindex und PhytoSee-Bewertung

Der See wurde bezüglich der Trophie in allen 4 Jahren stets europäisch 2 eingestuft, wobei die P-Gehalte 2005 am niedrigsten und 2020 am höchsten waren. Die Trophie war 2020 am niedrigsten, da der Umsatz von P in Chl.a im Vergleich aller Jahre am geringsten war, insbesondere im Sept. und Okt. bei sehr hohen P-Gehalten (Tab. 21).

Im Rahmen der EU-WRRL wurde der Brahmsee mittels der Qualitätskomponente Phytoplankton wie 2010 „gut“ eingestuft (PSI-Daten im Zusammenhang siehe Kap. 5.2.1). Ursache für die gute Bewertung 2020 und 2010 ist die relativ niedrige Biomasse und die sehr gute Bewertung anhand des Algenklassenmetrik. Die gute Einstufung 2020 ist vor dem Hintergrund der nur mäßig erhöhten Biomassen und relativ moderater Blaualgenbiomassen plausibel (Tab. 21). Die ökologische Qualität der Phytoplanktonentwicklung im flachen Brahmsee ist natürlichen Schwankungen unterworfen und zeigt bisher keinen Trend.

Der See wies in allen Jahren bei den Teilmetriken die stets schlechteste Bewertung des Sees anhand des PTSI auf.

Tab. 21: Vergleich wichtiger Parameter (Saisonmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie 2020 im Vergleich mit früheren Jahren für den Brahmsee, tiefste Stelle.-

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

Brahmsee (Saisonmittelwerte)	Sicht- tiefe (m)	TP (1 m) (mg/l)	Chl a (Z _{integr.}) (µg/l)	PP BV (Z _{integr.}) (mm ³ /l)	Trophie-Index (LAWA 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.1)
2005	1,5	0,061	26,1	4,5	3,28 (e2)	2,59
2010	1,5	0,096	17,0	2,6	3,27 (e2)	2,14
2014	1,5	0,088	22,9	4,2	3,32 (e2)	2,73
2020	1,7	0,101	15,2	2,6	3,15 (e2)	1,72

5.5.3.2 Zooplankton

Für die Diskussion wurden Altdaten zum Zooplankton der letzten 3 untersuchten Jahre 2005, 2010 und 2014 mit einbezogen (ARP & DENEKE 2006, ARP & MAIER 2011, ARP, MAIER & MICHELS 2015); die Untersuchungen von 2010 und 2014 wurden vom gleichen Bearbeiter durchgeführt.

Vorangegangene Untersuchungen konstatierten für den Brahmsee ein vergleichsweise artenreiches Rotatorienplankton; bemerkenswert war vor allem das diverse und abundante Vorkommen von Nahrungsspezialisten mit Präferenzen für Dinoflagellaten. Die Artenzahl dieser Nahrungsspezialisten war 2020 geringer als in den Vorjahren bei gleichzeitig hohen Anteilen an der Individuendichte zur Zeit des Maximums an Dinoflagellaten Ende August.

Der durchschnittliche Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse (Z/P) ist unverändert gering, bezogen auf das fressbare Phytoplankton werden stets hohe Grazingindizes ermittelt.

Die Biomasse des Metazooplanktons hat sich kaum verändert, nach TGL 27885/01 (1982) ergäbe sich für alle Untersuchungsjahre eine Einstufung in den oberen mesotrophen / schwach eutrophen Bereich, Daphnien haben im gesamten Untersuchungszeitraum hohe Anteile an der Biomasse (daphniendominierter Flachsee). Eutrophierungszeiger wie *Chydorus sphaericus*, *Cyclops vicinus*, *Acanthocyclops robustus* und *Pompholyx sulcata* werden seit 2005 regelmäßig nachgewiesen.

Der Cladoceren-Größenindex geht seit 2010 deutlich zurück, was auf tendenziell steigende Effekte durch Fischfraß hinweist (Abb. 28,

Abb. 29).

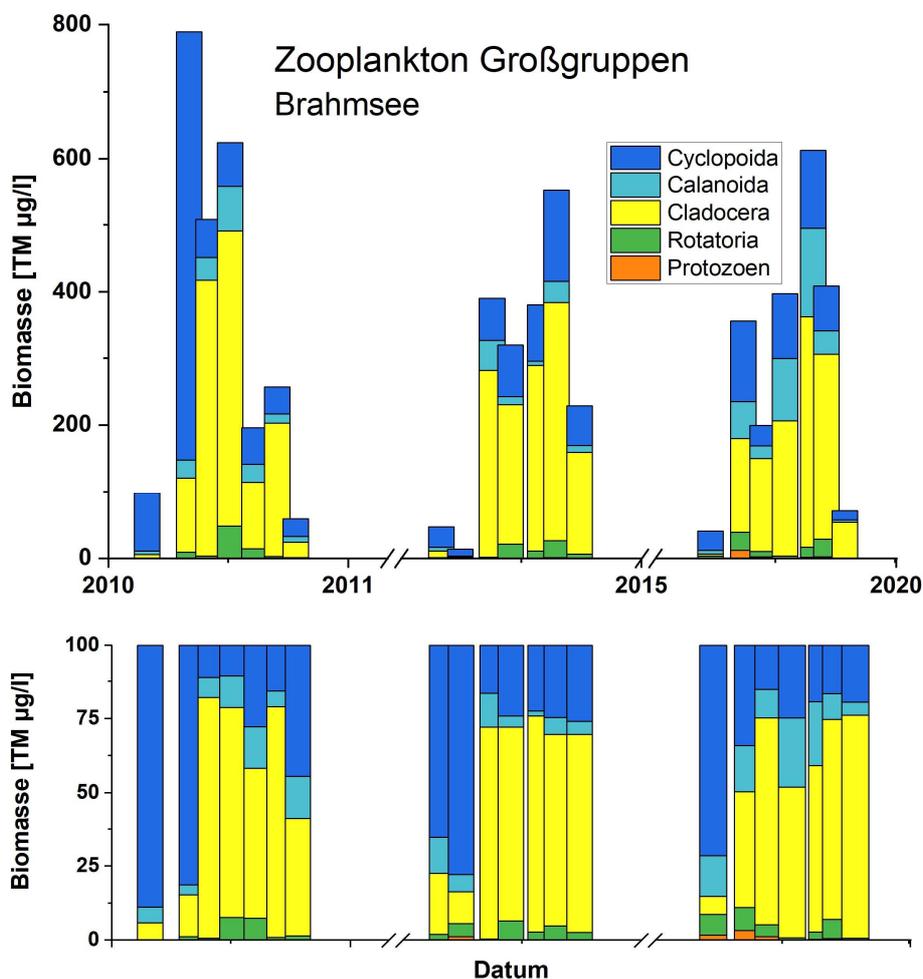


Abb. 28: Biomasse der Zooplankton-Großgruppen des Brahmsees für die Jahre 2010, 2014 und 2020. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

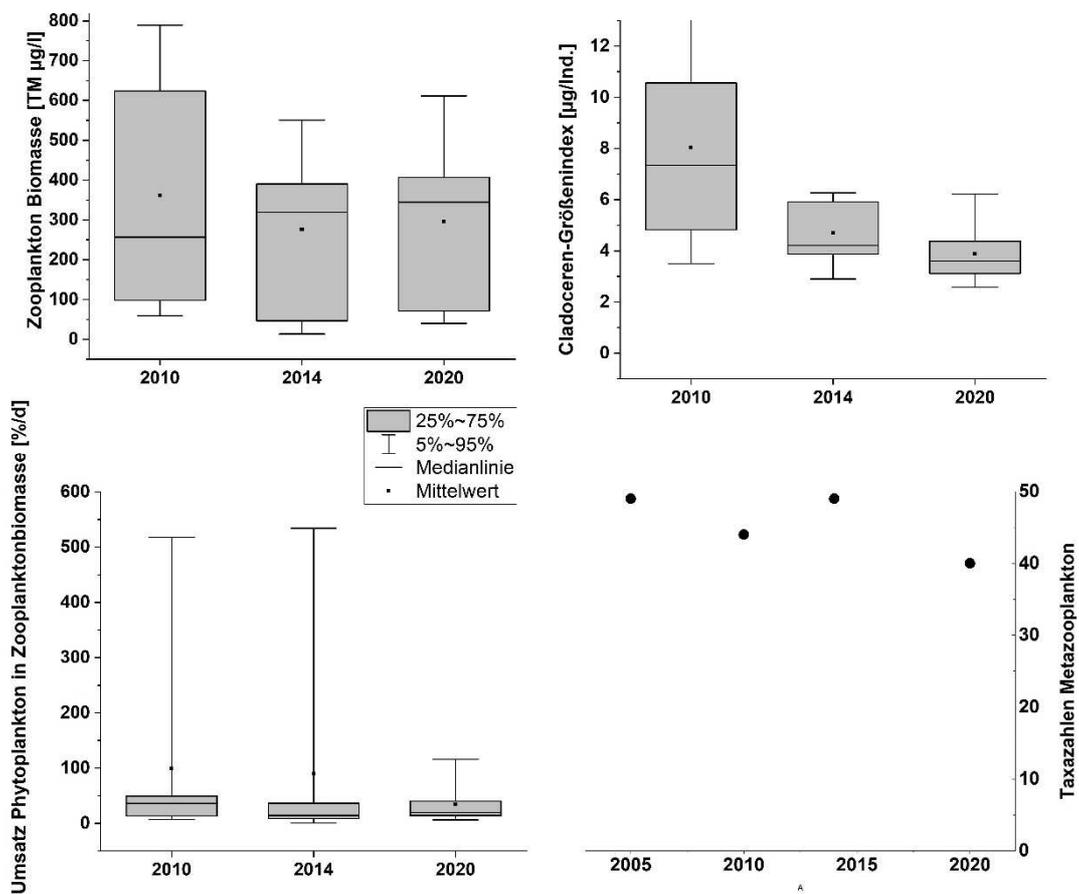


Abb. 29: Zooplankton-Biomasse (oben links), GIC (oben rechts) und Z/P (unten links) im Jahresvergleich für den Brahmsee

Arten gefunden. Die untere Makrophytengrenze lag 2020 im Mittel bei 2,2 m und hat sich im letzten Jahrzehnt nahezu nicht verändert (BIOTA 2021b).

5.6.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen März und Oktober 2020 wurden 7 tiefenintegrierte Mischproben aus 0-6 m Tiefe entnommen. Der Süseler See weist im Mittel erhöhte Phytoplanktongehalte auf (Saisonmittel: $30,9 \mu\text{g l}^{-1}$ Chl a und $4,3 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ Biovolumen), mit stärkeren jahreszeitlichen Schwankungen. Hauptgruppe war die Gruppe der Bacillariophyceen (Kieselalgen), im Sommer auch zusätzlich Cyanobakterien (Blaualgen) (Abb. 30). Insgesamt wurden 79 verschiedene Taxa identifiziert.

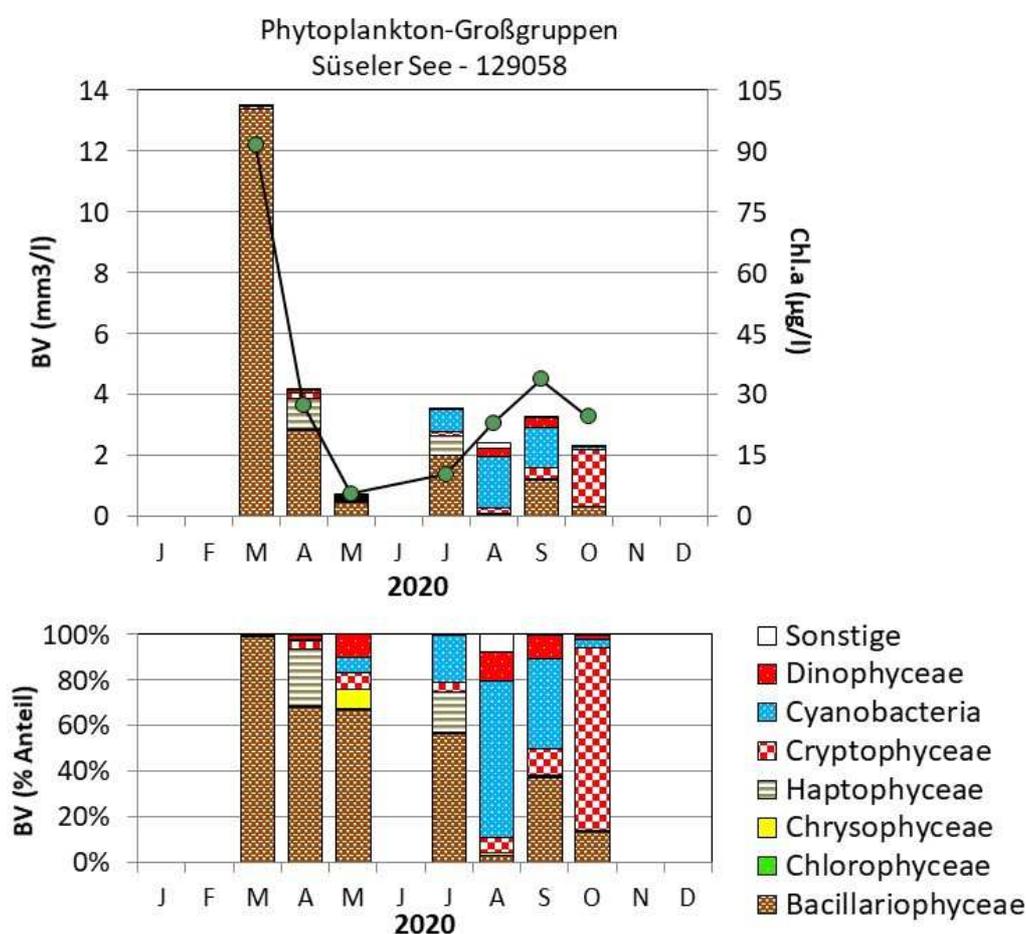


Abb. 30: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Süsser Sees im Jahr 2020. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Anfang März war die centriscie Kieselalgen-Art *Stephanodiscus minutulus*, die die Hälfte der hohen Gesamtbiomasse erreichte, am stärksten vertreten. Einen Monat später war der März-Peak stark zusammengeschrumpft und nun dominierte die ebenfalls solitäre centrale Art *Cyclotella balatonis*, die auch noch im Mai bei beginnender Schichtung stark vertreten war. Im April war zusätzlich der schnellwachsende kleinzellige Flagellat *Chrysochromulina parva* aus der Gruppe der Haptophyceen häufig.

Nach dem Klarwasserstadium Mitte Mai mit einigen neuen häufiger auftretenden Arten, als auch der Fraßdruck des Zooplanktons sehr stark war (s.u. Kap. 5.6.2), nahm die Biomasse bis Mitte Juli wieder deutlich zu. Bei nun etwas stabilerer Schichtung dominierte bei den Kieselalgen die Kammkieselalge (*Fragilaria crotonensis*), die durch ihre kammartige Form länger schweben kann. Neben *Chrysochromulina parva*, die erneut häufiger zu finden war, waren nun im Juli erstmalig Cyanobakterien präsenter. Es traten zahlreiche *Anabaena*-Arten hervor, die zusammen 10 % der Gesamtbio­masse ausmachten. Den etwa gleichen Anteil an der Gesamtbio­masse erreichten am gleichen Termin 3 *Microcystis*-Arten.

Bis Ende August nahmen beide Gruppen, Nostocales und *Microcystis*, in der Bio­masse zu und erreichten zusammen etwa 50 % der Gesamtbio­masse. Bei den Nostocales traten nun *Aphanizomenon*-Arten hinzu. Diese Zusammensetzung bei den Blaualgen blieb bis Ende September, wenn auch mit etwas abnehmenden Bio­massen. Im Sept. bei etwas ansteigenden P-Gehalten trat zudem noch die solitäre centrische Kieselalge *Cyclostephanos dubius* stark hervor, die auf eine hohe Trophie verweist.

Im Oktober dominierten fast ausschließlich *Cryptomonas*-Arten aus der Gruppe der Cryptophyceen. Insgesamt waren die Bio­volumina im Sommer/Herbst nur mäßig erhöht.

5.6.2 Ergebnisse Zooplankton

Der Süsseler See wurde vom 02.03. bis zum 19.10.2020 an insgesamt 7 Terminen auf das Zooplankton untersucht. Insgesamt wurden 39 Arten sowie höhere Taxa des Metazooplanktons festgestellt (Rotifera – 24, Cladocera – 8 und Copepoda – 7). Darüber hinaus waren 3 Taxa aus der Gruppe der Protozoen in den Proben vorhanden. Besonders bemerkenswert ist das vergleichsweise hohe Vorkommen von Ciliaten (*Tintinnopsis*) Anfang März. Als carnivore Art konnte die Raubcladocere *Leptodora kindtii* im Hochsommer in geringen Individuendichten nachgewiesen werden.

Artenspektrum und Individuendichten

Die Individuendichte der Rädertierchen ist sehr hoch, im Mittel waren knapp 1.200 Ind./l (Mittelwert) bzw. 1.400 Ind./l (Median) vorhanden. Die höchste Individuendichte wurde am 19.10.2020 mit 2.621 Ind./l dokumentiert, ein im Vergleich mit den anderen Daten dieses Sees extrem hoher Wert. Aspekt bestimmend sind ganzjährig Facettenrädertierchen (*Keratella cochlearis* und *K. quadrata*). Im zeitigen Frühjahr bilden *Polyarthra dolichoptera* und *Synchaeta sp.* bestandsprägende Individuendichten, im Herbst ist darüber hinaus *Pompholyx sulcata* in hohen Dichten vorhanden (Tab. 22).

Tab. 22: Individuendichten der Rotatorien ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Rädertiere im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Rotatorien) im Süseler See, 2020.

Taxon	Datum						
	02.03.2020	06.04.2020	11.05.2020	22.07.2020	24.08.2020	28.09.2020	19.10.2020
Rotatorien ges. [Ind./l]	38,6	343,9	1.396,3	1.952,9	552,3	1.437,3	2.621,0
Conochilus unicornis	-	-	-	-	20	-	-
Keratella cochlearis	33	25	37	30	-	27	54
Keratella tecta	-	-	-	43	35	27	-
Polyarthra dolichoptera	26	-	-	-	-	-	-
Pompholyx sulcata	-	-	-	-	-	35	-
Synchaeta	-	32	-	-	-	-	33

Die Individuendichte der Cladoceren ist unterdurchschnittlich im Vergleich zu den in Los 2 untersuchten Seen, im Mittel waren 18 Ind./l (Mittelwert) in den Proben vorhanden. Die höchsten Individuendichten wurden mit 46 Ind./l im Herbst (28.9.2020) festgestellt. Große Cladoceren (verschiedene Arten und Hybriden der Gattung Daphnia) sind ganzjährig vorhanden, aspektbestimmend treten sie bis zum Hochsommer in Erscheinung. Im Spätsommer und Herbst dominiert vor allem das Linsenkrebschen *Chydorus sphaericus* (Eutrophierungszeiger) die Cladocerengemeinschaft.

Tab. 23: Individuendichten der Cladoceren ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Cladoceren im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Cladoceren) im Süseler See, 2020.

Taxon	Datum						
	02.03.2020	06.04.2020	11.05.2020	22.07.2020	24.08.2020	28.09.2020	19.10.2020
Cladoceren ges.	0,1	0,1	33,4	6,9	4,1	45,8	38,2
Chydorus sphaericus	-	-	-	-	73	84	42
Daphnia cucullata	50	-	-	-	-	-	49
Daphnia galeata	50	100	29	-	-	-	-
Daphnia hyalina	-	-	27	19	-	-	-
Daphnia galeata/cucullata	-	-	38	65	-	-	-

Die Individuendichte der Copepoden ist durchschnittlich hoch, im Mittel waren 155 Ind./l (Mittelwert) im Plankton vorhanden. Der Maximalwert liegt bei 363 Ind./l (10.05.2020). Innerhalb der Cyclopoida ist *Mesocyclops leuckarti* besonders stetig vorhanden, er kommt im Hochsommer und im Herbst in vergleichsweise hohen Individuendichten vor. Calanoide Copepoden sind mit *Eudiaptomus graciloides* ganzjährig im Zooplankton vorhanden mit geringeren Individuendichten aber höherer Biomasse im Vergleich zu den Cyclopoida.

Tab. 24: Individuendichten der Copepoden ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Copepoden im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Copepoden) im Süseler See, 2020.

Taxon	Datum						
	02.03.2020	06.04.2020	11.05.2020	22.07.2020	24.08.2020	28.09.2020	19.10.2020
Copepoden ges.	61,0	101,5	198,4	128,8	78,8	144,4	52,9
Calanoida-Copepodid	-	-	17	-	-	-	10
Calanoida-Nauplius	57	46	14	14	-	-	10
Cyclopoida-Copepodid	-	-	-	-	13	27	12
Cyclopoida-Nauplius	26	34	52	65	37	27	30
Eudiaptomus graciloides	10	-	-	-	-	-	-
Mesocyclops leuckarti	-	-	-	12	38	27	24

Biomasse

Die **Biomasse** des Metazooplanktons im Süseler See ist mit durchschnittlichen 264µg/l (Mittelwert) durchschnittlich hoch; nach TGL 27885/01 (1982) ergäbe sich eine Einstufung in den mesotropen / schwach eutrophen Bereich (siehe dazu Methodik Kap.4.5). Starke Massenbildner sind Copepoden mit einem durchschnittlichen Biomasseanteil von 66%; calanoide und cyclopoide Copepoden haben ähnliche Biomasseanteile. Der Biomasseanteil der Cladoceren ist mit 22% vergleichsweise niedrig, der Anteil der Rotatorien beträgt 12%, ein vergleichsweise hoher Wert (Abb. 31).

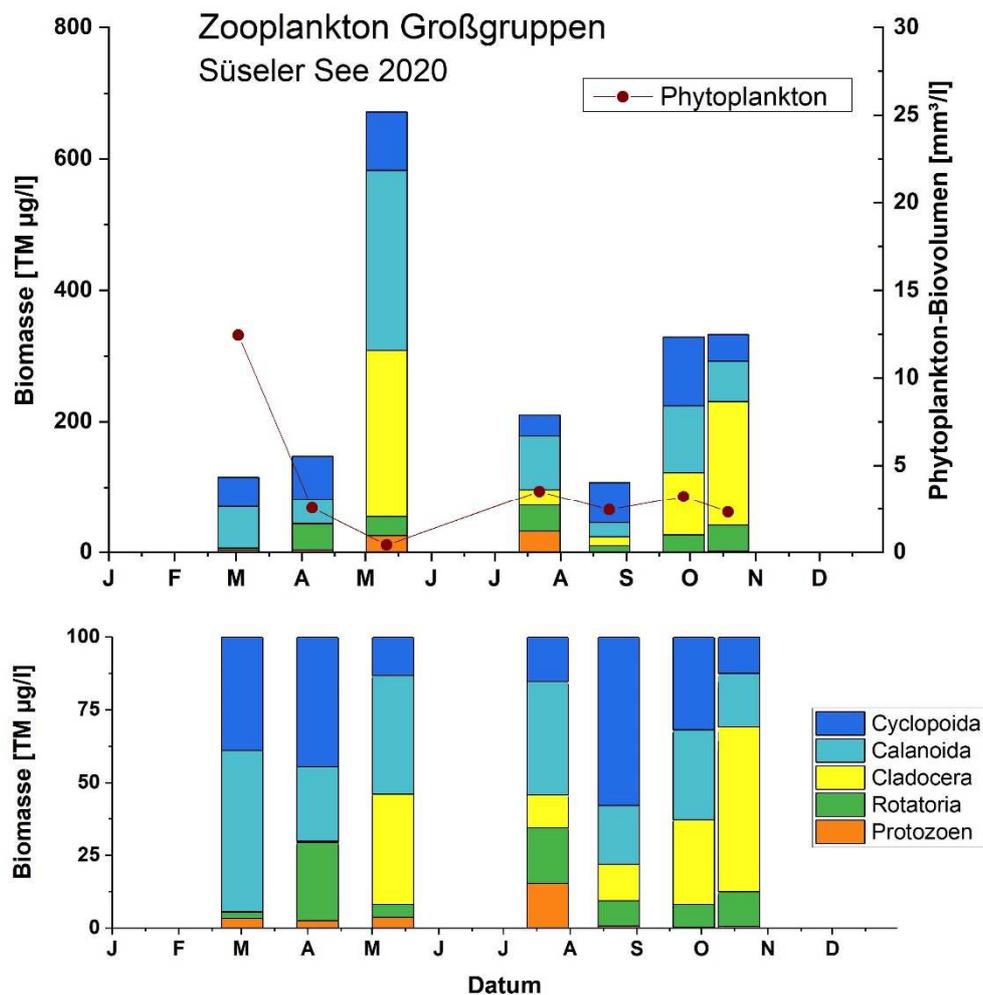


Abb. 31: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Punkt-Linie) für den Süsser See im Jahr 2020. Oben: Absolute Biomassegehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

Nahrungsnetz nach PhytoLoss

Grazing und Nahrungslimitation

Die Futterqualität für das Zooplankton ist durchschnittlich mit höchsten Anteilen fressbarer Phytoplankter (56%) im Oktober. Die im März vorhandenen centrischen Kieselalgen sind nur

von geringer Futterqualität, höhere Anteile werden mit den ab April vorhandenen Chryptophyceen und Haptophyceen erreicht. Mit dem Auftreten der Blaualgen bei gleichzeitigem Vorkommen von Chryptophyceen bleibt die Futterqualität bis zum Herbst auf durchschnittlichem Niveau. Der Futterqualitätsindex (FQI) beträgt 2,8. Für Cladoceren sind die Nahrungsgrundlagen bezogen auf das Phytoplankton noch ungünstiger, für den FQIC wurde ein Wert von 2,1 ermittelt. Der Gesamt-Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse (Z/P) ist durchschnittlich; der Umsatz der für die Cladoceren verwertbaren Algenklassen ist dagegen gering. Im PhytoLoss-Verfahren werden Grazing-Effektclassen von 3 (Z/P), 2 (CGI) und 3 (MGI) ausgewiesen (Abb. 32, Abb. 33).

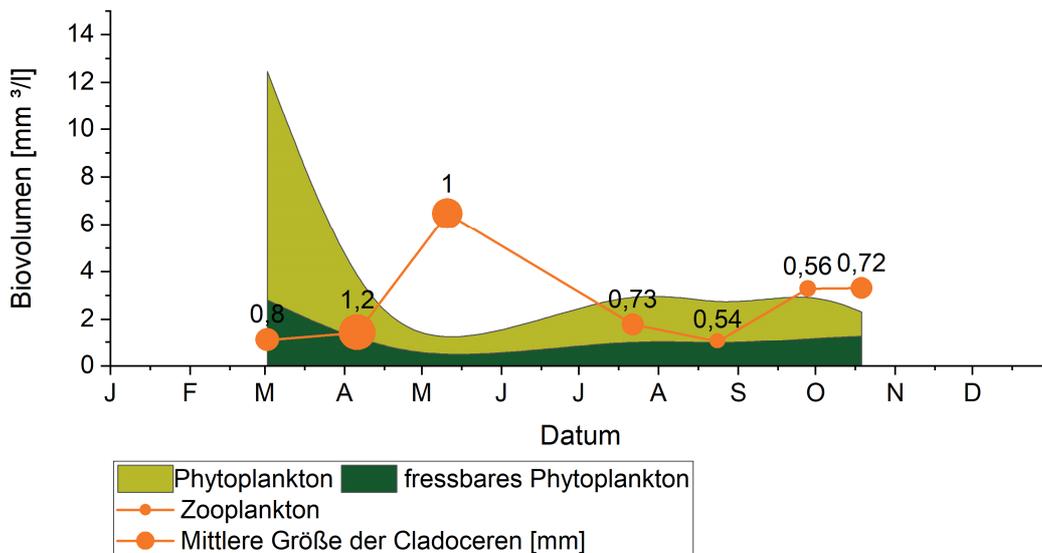


Abb. 32: Nahrungsgrundlagen, unterteilt in gesamtes Phytopl. und fressbares Phytopl. (als Phytoplanktonbiovolumen), Zooplanktonbiovolumen und mittlere Größe der Cladoceren für den Süsseler See im Untersuchungszeitraum 2020

Prädation

Der Cladoceren-Größenindex (GIC) liegt im Sommer und bezogen auf den gesamten Untersuchungszeitraum bei 3,3 bzw. 3,4 $\mu\text{g}/\text{Ind}$ (jeweils Medianwerte). Die mittlere Körpergröße der Cladoceren erreicht im Frühjahr Werte um 1 mm, in der zweiten Jahreshälfte sind die Tiere/Arten kleiner, was auch in einem Rückgang des GIC zu erkennen ist. Die großen Filtrierer *Daphnia* sp. kommen ganzjährig im Zooplankton vor, in der zweiten Jahreshälfte ist vor allem *Daphnia cucullata* als kleinere Art unter den Daphnien aspektbestimmend vorhanden. Zusätzlich bildet vor allem *Chydorus sphaericus* hohe Bestandsdichten aus. Ein moderater Fraßdruck planktivorer Fische auf die größeren Cladoceren ist sehr wahrscheinlich. Der über das PhytoLoss Verfahren errechnete FPI indiziert mit Effektklasse 4 durchschnittliche Fischfraß-Effekte (Abb. 32, Abb. 33).

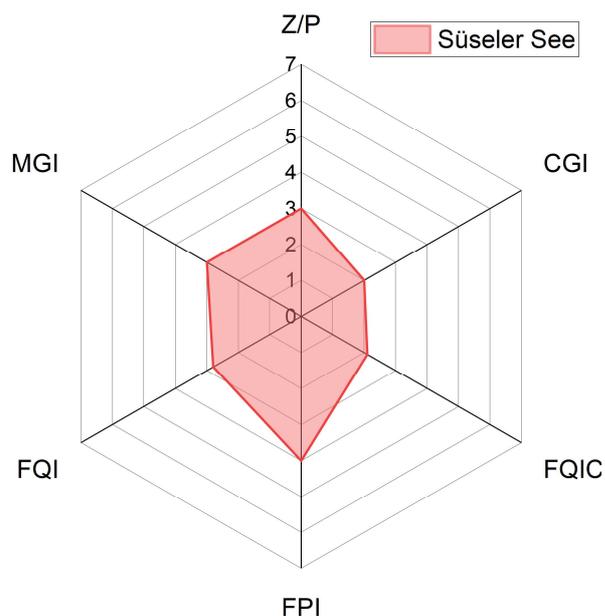


Abb. 33: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Brahmsee im Jahr 2020.

5.6.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Süsser See

5.6.3.1 Trophie und Phytoplankton

Für die Diskussion wurden Altdaten zur Trophie und zum Phytoplankton der letzten 2 untersuchten Jahre 2004 und 2014 mit einbezogen (ARP 2005 a und ARP, MAIER & MICHELS 2015), wobei beim Phytoplankton der Bearbeiter stets der gleiche war.

Der mittelgroße Süsser See ist trotz der geringen mittleren Tiefe von 3,8 m bei einer Seefläche von 76 ha im Sommer phasenweise schwach geschichtet, 2014 in kürzeren Phasen als 2020. Trotz dieser schwachen Schichtung und manchmal auch sommerlicher Vollzirkulation sind die TP-Gehalte in 1 m Tiefe in den Jahren 2014 und 2020 bis zum Hochsommer nur leicht bis moderat erhöht. Danach bis zum Herbst steigen die Nährstoffgehalte, wenn auch deutlich weniger als in den hier untersuchten anderen Flachseen des Typs 11.1, Arenholzer See, Bistensee, Brahmsee und Wardersee. Anders dagegen waren im Jahr 2004 die P-Gehalte in 1 m Tiefe deutlich höher (Abb. 34).

Anders als in den übrigen untersuchten Seen des Typs 11.1 ist die Korrelation von Phosphor zum Chl.a deutlich enger, d.h. auch bei deutlich erhöhten P-Gehalten > 0,1 mg/l TP wie im Sommer 2004 steigt entsprechend auch die Algenbiomasse, sowohl beim Chl.a als auch Biovolumen (siehe auch Abb. 2). 2014 und 2020 sind die Verhältnisse dagegen anders. Bei im Vergleich zu 2004 deutlich geringeren P-Gehalten (beim Stickstoff sind die Unterschiede zu 2004 deutlich geringer) sind nach einem ausgeprägten Kieselalgenpeak im März die Gehalte bis zum Frühsommer nur leicht erhöht und nehmen dann zum Hochsommer und Herbst zu (2014 stärker), wobei Cyanobakterien und Bacillariophyceen dominieren. Beide Jahre zeigen somit einen ähnlichen Verlauf (Abb. 35).

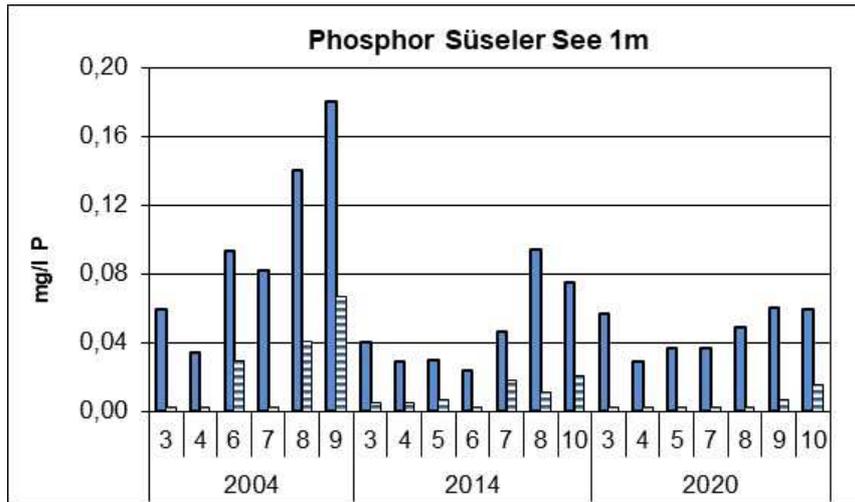


Abb. 34: Phosphor im Süsser See in 1 m Tiefe in den Jahren 2004, 2014 und 2020: Gesamtphosphor (blau) und gelöstes anorganisches Phosphat (waggerecht gestrichelt) (Chemiedaten vom LLUR).

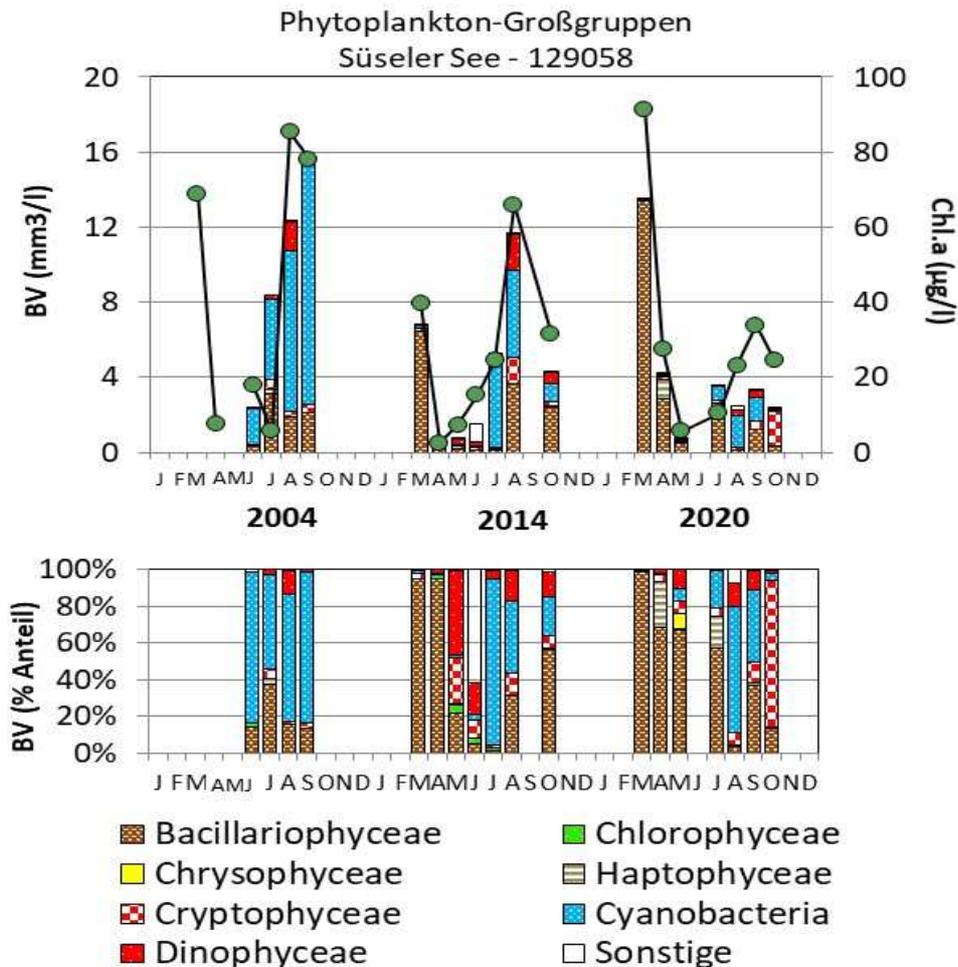


Abb. 35: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Süsser Sees für die Jahre 2004, 2014 und 2020. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Der Umsatz von Phosphor in Algenbiomasse ist im Süsseler See in allen Jahren 2-3fach höher als in den übrigen Typ 11er Seen. Für 2014 und 2020 ist es erklärlich, da bei genügend Licht im Wasserkörper dieses flacheren Sees (mittlere Tiefe 3,8 m) (ähnliche Lichtverhältnisse wie im Arenholzer See) und Phosphorwerten stets $< 0,1$ mg/l und genügend Stickstoff auch im Hochsommer/Herbst eine engere Beziehung zum Chl.a vorliegt als bei den etwas tieferen 11.1er Seen, die P-Gehalte $> 0,1$ mg/l aufweisen. Der hohe Umsatz von P in Algenbiomasse im Jahr 2004, auch im Hochsommer und Herbst bei TP-Gehalten $> 0,1$ mg/l, ist möglicherweise damit zu erklären, dass dort Proben für Chl.a und Phytoplankton aus 1 m Tiefe entnommen wurden (2014 und 2020 aus 0-6 m integriert). Es dominierten 2004 bei den Blaualgen Nostocales und *Microcystis*. Diese Taxa, besonders *Microcystis*, können Aufrahmungen nahe der Oberfläche bilden und damit den Phytoplanktongehalt im Epilimnion überbewerten (Tab. 25).

Mögliche Limiterungen des Phytoplanktonwachstums

Trotz des relativ hohen Umsatzes von P in Algenbiomasse (siehe Abb. 2) wurde auch im Süsseler See in allen Untersuchungsjahren potenzieller Nährstoffmangel sowohl bei P als auch N festgestellt¹⁰, vor allem beim Phosphor (3 Termine 2014 und 6 Termine 2020). Bei relativ niedrigen P-Gehalten, oft $< 0,04$ mg/l TP, wird P effizienter in Biomasse umgesetzt als bei höheren P-Gehalten, weil bei höheren Gehalten andere Parameter wie Stickstoff oder Licht eher limitierend wirken können als bei niedrigen P-Gehalten. In 2 geschichteten Seen in Berlin, Schlachtensee (mittl. Tiefe 4,7 m) und Tegeler See (7,6 m), gab es oberhalb des Schwellenbereichs von 0,04 bis 0,055 mg/l TP nahezu keine Zunahme des Chl.a mehr (CHORUS & SPIJKERMAN 2020).

Dominante Algengruppen und -taxa

Im Frühjahr dominierten 2014 und 2020 jeweils v.a. klein- bis mittelgroße solitäre Centrales, v.a. *Stephanodiscus minutulus* und *Cyclotella balatonis* (2004 wurden keine Frühjahrsproben entnommen). Im Sommer und Herbst dominierten in allen drei untersuchten Jahren neben centrischen Bacillariophyceen v.a. nostocale Blaualgen, 2004 und 2020 zusätzlich auch *Microcystis*.

Trophieindex und PhytoSee-Bewertung

Der See wurde 2014 und 2020 eutroph 2 eingestuft, 2004 unter anderen Probenahmebedingungen polytroph 1 (Tab. 25).

Im Rahmen der EU-WRRL wurde der Süsseler See mittels der Qualitätskomponente Phytoplankton „mäßig“ eingestuft (PSI-Daten im Zusammenhang siehe auch Kap. 5.2.1). Die Einstufung 2020 ist in der Hinsicht plausibel, dass bis auf den ausgeprägten Frühjahrs-Kieselalgenpeak die Algenbiomassen moderat erhöht sind, ebenso die Anteile der Blaualgen im Sommer/Frühherbst (Tab. 25).

¹⁰ SRP < 10 µg/l und DIN < 100 µg/l.

Tab. 25: Vergleich wichtiger Parameter (Saisonmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie 2020 im Vergleich mit früheren Jahren für den Süseler See, tiefste Stelle.

Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor. *: 6 Proben von März bis Sept. außer Phytopl.-Biovolumen mit nur 4 Proben von Juni bis September. **: Chl.a und Phytopl. aus 1 m Tiefe.- ***: Bewertung unsicher wegen zu geringer Probenanzahl Phytoplankton (mind. 6 ist gefordert).

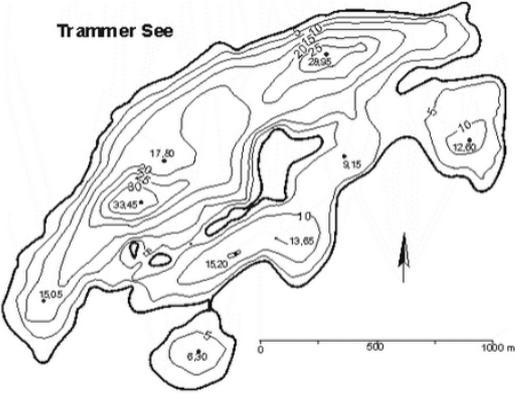
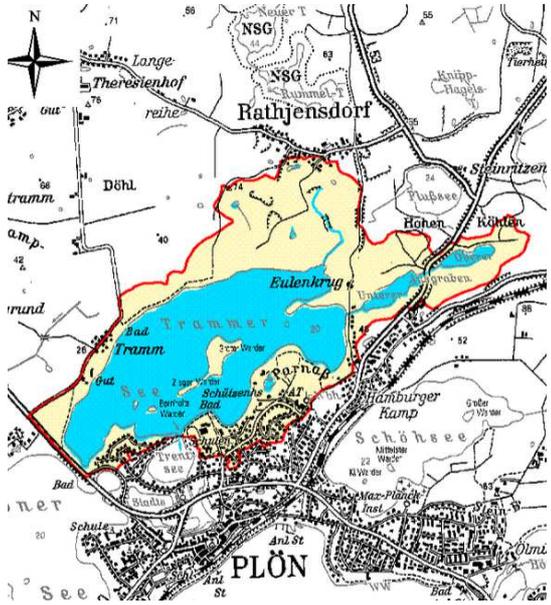
Süseler See (Saisonmittelwerte)	TP (1 m) (mg/l)	Sicht- tiefe (m)	Chl a (Z _{integr.}) (µg/l)	PP BV (Z _{integr.}) (mm ³ /l)	Trophie-Index (LAWA 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.1)
2004*	0,090	1,2	43,3**	9,6**	3,58 (p1)	(3,26) (mäßig) ***
2014	0,048	1,9	26,7	4,4	3,02 (e2)	2,62 (mäßig)
2020	0,047	1,7	30,9	4,3	3,18 (e2)	2,66 (mäßig)

5.6.3.2 Zooplankton

Für die Diskussion wurden Altdaten zum Zooplankton aus dem Jahr 2004 mit einbezogen (ARP 2005 a), die Zooplanktonuntersuchungen wurden von Peer Martin durchgeführt.

Im Süseler See wurden die höchsten Abundanzwerte für das Metazooplankton von allen in Los 2 untersuchten Seen festgestellt, mit sehr hohen Abundanzwerten für die Rotatorien. Diese Ergebnisse decken sich mit den Befunden aus 2004. Die mittlere Biomasse liegt ähnlich den anderen Flachseen im schwach eutrophen Bereich bei einer Einstufung nach TGL 27885/01 (1982). Eutrophierungszeiger (*Pompholyx sulcata*, *Cyclops vicinus* und *Chydorus sphaericus*) wurden regelmäßig nachgewiesen. Vergleichbar mit allen anderen Flachseen ist auch das Biovolumen fressbarer Phytoplankter und der geringe Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse (Z/P) (Abb. 4 bis Abb. 7).

5.7 Plankton Trammer See

Stammdaten, limnochemische und –biologische Mittelwerte 2014 + Indices					
Seetyp (Plkt.)	VQ [km ² 10 ⁶ m ⁻³]	See-Fläche [km ²]	Tiefe–mittel [m]	Tiefe–max [m]	th. Verweilzeit [a]
13	0,2	1,60	11,3	33,4	13,8
TP _{1m} [mg/l]	Sichttiefe [m]	Chl a Z _{integr.} [µg/l]	BV Z _{integr.} [mm ³ /l]	Trophie (LAWA 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.1)
0,056	5,6	10,1	1,36	2,57	2,96
Tiefenkarte und oberirdisches Einzugsgebiet					
					

Der tiefe Trammer See mit kleinem Einzugsgebiet, inmitten der Holsteinischen Schweiz nördlich von Plön gelegen, ist ein besonderer See aufgrund erhöhter Salzkonzentration (Salzquelle; 230 mg/l Chlorid und 154 mg/l Natrium 2020 in 1 m Tiefe), mit der Bildung einer Chemokline ab etwa 25 m Tiefe und somit unterhalb der Temperaturschicht. Möglicherweise wird der See dadurch in manchen Jahren im Winter unzureichend durchmischt, was sich auf die Trophie auswirken kann (siehe Diskussion Kap. 5.7.3).

Das Gebiet um Plön, die Seenplatte der Holsteinischen Schweiz, wurde durch zwei größere eiszeitliche Gletscherzungen vorgeformt, von denen eine aus nördlicher Richtung, die andere aus östlicher Richtung vorstieß. Ähnlich wie der Große Plöner See besitzt der Trammer See durch diese aus verschiedenen Richtungen vorstoßenden Gletscherzungen eine relativ komplizierte Seebeckengestalt mit mehreren Inseln und verschiedenen tiefen Stellen (LANU 2002).

Der Trammer See hat einen kleinen Zulauf im Nordosten und fließt über den Trentsee in die Schwentine, kurz bevor diese in den Kleinen Plöner See mündet. Zeitweise besteht möglicherweise ein Rückstau durch die Schwentine (LANU 2002). Submerse Makrophyten sind mäßig entwickelt und wirken sich nicht auf die Phytoplanktonentwicklung aus.

5.7.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen Anfang März und September 2020 wurden 7 tiefenintegrierte Mischproben (jeweils aus 0-10 m außer im August mit 0-8 m) entnommen. Der See weist im Mittel leicht erhöhte Chlorophyll a- Gehalte und Biovolumina auf, mit einem ausgeprägten frühjährlichen Kieselalgenpeak (Bacillariophyceen) und wechselnden Dominanzen bei relativ geringen Biomassen in der übrigen Saison (Saisonmittel: $10,1 \mu\text{g l}^{-1}$ Chl a und $1,4 \text{mm}^3 \text{l}^{-1}$ Biovolumen) (Abb. 36). Insgesamt wurden 63 verschiedene Taxa identifiziert.

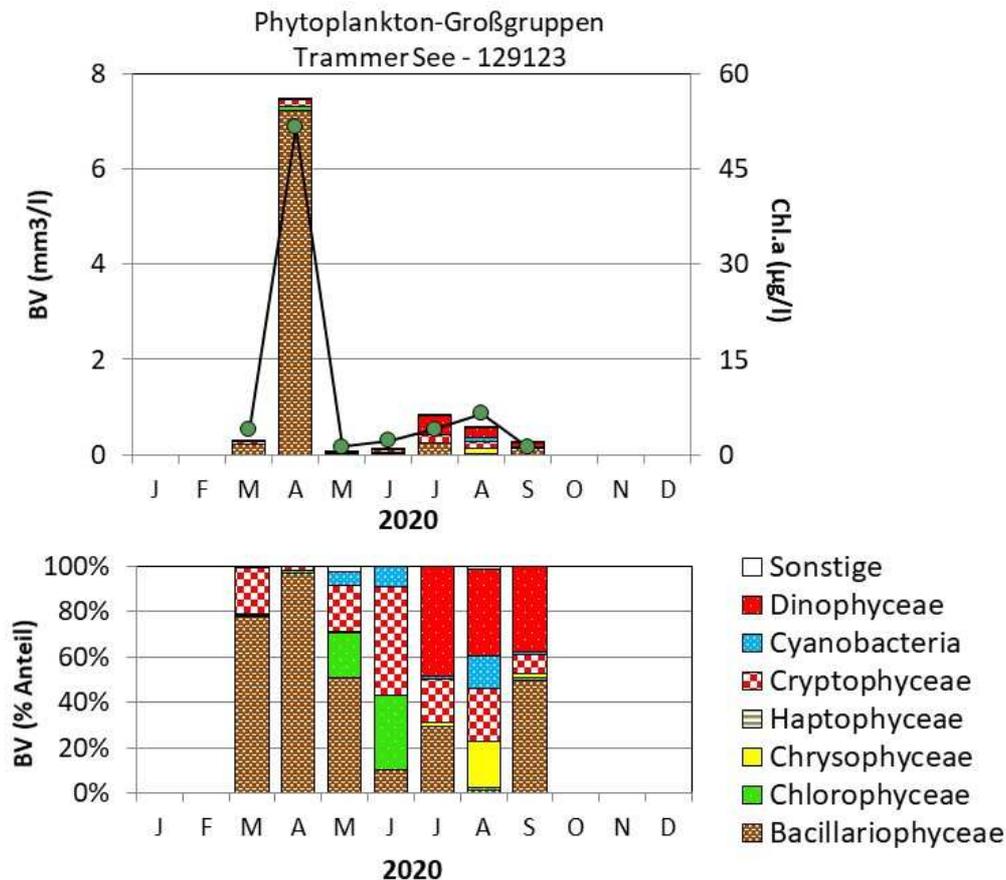


Abb. 36: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Trammer Sees im Jahr 2020. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Die Monate März und April waren deutlich durch Kieselalgen geprägt. Anfang März bei schwacher Lichteinstrahlung, Vollzirkulation und sehr geringen Biomassen dominierte die centriscie Art *Stephanodiscus neoastraea* mit 64% Anteil an der Gesamtbiomasse. Anfang April war der See immer noch volldurchmischt. Bei höheren Temperaturen und stärkerer Lichteinstrahlung war das Phytoplanktonwachstum jedoch deutlich erhöht und es wurden die höchsten Biomassen der Saison erreicht. *St. neoastraea* war nun mit 44 % Anteil weiterhin die dominierende Art. Daneben war die deutlich kleinzelligere Art *Stephanodiscus hantzschii* mit 40 % Anteil fast ebenso stark vertreten.

Nach dem Zusammenbruch der Kieselalgenblüte bildete sich bis Mitte Mai bei einer Sichttiefe von 7,7 m und einem Phytoplankton-Biovolumen von $0,06 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ ein deutliches Klarwasserstadium aus. Dieses geringe Niveau blieb bis Anfang Juni. Während im Mai noch die oben genannten zentrischen Diatomeen anteilmäßig häufig vertreten waren, traten im Juni neben Cryptophyceen (*Rhodomonas lacustris*) kleinzellige koloniebildende Grünalgen (Chlorophyceen) verstärkt hervor, v.a. *Eutetramorus/Sphaerocystis*, *Ankyra judai* und *Ankyra lanceolata*, *Planktosphaeria gelatinosa* und *Coelastrum pseudomicroporum*.

Bis zum Hochsommer nahm die Algenbiomasse etwas zu, blieb aber stetig, auch im Herbst, unterhalb von $1 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$. Ab Juli bis Ende September war nun der sperrige großvolumige Dinoflagellat *Ceratium* stark vertreten, mit Anteilen an der Gesamtbio­masse von 23 bis 40 %. Die 2. Art dieser Gattung, *C. furcoides*, trat in geringeren Anteilen auf. Bei Gesamtphosphorgehalten $< 0,03 \text{ mg/l}$ im Hochsommer traten Cyanobakterien (Blaualgen) kaum hervor, nur einmal etwas gehäuft Ende August mit der nostocalen Art *Anabaena lemmermannii*.

Ende September zum Abschluß der Untersuchungen bei weiterhin sehr stabiler Temperaturschichtung, als das Epilimnion auf 10 m angewachsen war, dominierte neben *Ceratium* wie im Frühjahr die Kieselalge *Stephanodiscus neoastraea*, zu dieser Zeit mit einem Durchmesser von $30 \mu\text{m}$ und größer.

5.7.2 Ergebnisse Zooplankton

Der Trammer See wurde vom 02.03. bis zum 28.09.2020 an insgesamt 7 Terminen auf das Zooplankton untersucht. Insgesamt wurden 46 Arten sowie höhere Taxa des Metazooplanktons festgestellt (Rotifera – 25, Cladocera – 12 und Copepoda – 9). Darüber hinaus waren 6 Taxa aus der Gruppe der Protozoen sowie Larven von Dreikantmuscheln (*Dreissena sp.*) in den Proben vorhanden. Bemerkenswert ist der Nachweis des Rädertierchen *Ploesoma hudsoni* (Zeiger für Oligotrophie) am 24.8.2020. Als carnivore Arten konnten die Raubcladocere *Leptodora kindtii* und Larven der Büschelmücke (*Chaoborus sp.*) im Sommer und im Herbst in geringen Individuendichten nachgewiesen werden.

Artenspektrum und Individuendichten

Die Individuendichte der Rädertierchen ist sehr niedrig, im Mittel waren 34 Ind./l (Mittelwert) bzw. 11 Ind./l (Median) vorhanden. Die höchste Individuendichte wurde am 20.07.2020 mit 139 Ind./l dokumentiert. Die Rotatorienfauna ist im Vergleich zu anderen Seen mit 25 nachgewiesenen Taxa sehr divers ausgebildet. Sehr stetig und häufig auch aspektbestimmend kommt das Flossenrädertier *Polyarthra dolichoptera* im Plankton vor. Im zeitigen Frühjahr bilden verschiedene Arten der Gattung *Synchaeta* bestandsprägende Individuendichten aus. Das Kugelrädertier (*Conochilus unicornis*) ist ab Juni dominant vorhanden, die Art präferiert Gewässer mit geringer Trophie (BARBIERRO & WARREN, 2011). Die Sommer- und Herbstzönose ist darüber hinaus geprägt von verschiedenen Arten der Gattung *Synchaeta*, dem Schielaugenrädertier (*Pompholyx sulcata*), *Keratella cochlearis* und *Filinia longiseta* (Tab. 26).

Tab. 26: Individuendichten der Rotatorien ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Rädertiere im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Rotatorien) im Trammer See, 2020.

Taxon	Datum						
	02.03.2020	06.04.2020	12.05.2020	09.06.2020	20.07.2020	24.08.2020	28.09.2020
Rotatorien ges. [Ind./l]	1,9	9,2	10,8	2,5	139,4	48,4	21,9
Conochilus unicornis	-	-	-	67	17	15	20
Filinia longiseta	-	-	-	-	-	18	-
Keratella cochlearis	-	-	-	-	-	19	21
Polyarthra dolichoptera	44	16	69	22	-	-	-
Pompholyx sulcata	-	-	-	-	23	-	44
Synchaeta	26	44	-	-	21	-	-
Synchaeta pectinata	-	20	-	-	24	-	-

Die Individuendichte der Cladoceren ist sehr niedrig, im Mittel waren 5 Ind./l (Mittelwert) bzw. 3 Ind./l (Median) in den Proben vorhanden. Die höchsten Individuendichten wurden am 27.05.2020 mit 27 Ind./l festgestellt. Große Cladoceren (verschiedene Arten und Hybriden der Gattung Daphnia) sind kommen ganzjährig vor, die höchsten Individuendichten werden von *Daphnia galeata* und *D. hyalina* am 12.05.2020 gebildet. Im Frühjahr und Herbst dominieren darüber hinaus kleinere Arten wie *Bosmina longirostris* und *B. coregonii* (Tab. 27).

Tab. 27: Individuendichten der Cladoceren ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Cladoceren im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Cladoceren) im Trammer See, 2020.

Taxon	Datum						
	02.03.2020	06.04.2020	12.05.2020	09.06.2020	20.07.2020	24.08.2020	28.09.2020
Cladoceren ges.	0,2	0,3	26,5	3,5	0,5	2,7	4,1
<i>Bosmina longirostris</i>	20	27	-	-	-	-	-
<i>Bosmina coregoni coregoni</i>	-	-	-	-	-	43	33
<i>Daphnia</i> sp.	40	-	-	-	-	-	-
<i>Daphnia cucullata</i>	40	-	-	-	-	-	-
<i>Daphnia galeata</i>	-	27	51	42	50	-	26
<i>Daphnia galeata/cucullata</i>	-	-	22	33	39	-	-

Tab. 28: Individuendichten der Copepoden ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Copepoden im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Copepoden) im Trammer See, 2020.

Taxon	Datum						
	02.03.2020	06.04.2020	12.05.2020	09.06.2020	20.07.2020	24.08.2020	28.09.2020
Copepoden ges.	18,0	43,7	66,4	22,5	5,0	43,7	36,3
Calanoida-Copepodid	-	-	41	21	-	15	23
Calanoida-Nauplius	21	52	23	13	43	-	20
Cyclopoida-Nauplius	40	27	21	28	38	41	-
<i>Cyclops kolensis</i>	17	-	-	-	-	-	-
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	14	-	-	29	-	-	-
<i>Thermocyclops oithonoides</i>	-	-	-	-	-	16	30

Die Individuendichte der Copepoden ist ebenfalls niedrig, im Mittel waren 34 Ind./l (Mittelwert) im Plankton vorhanden. Der Maximalwert liegt bei 66 Ind./l (12.05.2020). Innerhalb der Cyclopoida ist *Thermocyclops oithonoides* besonders stetig vorhanden, höchste Individuendichten bildet die Art im Herbst. Im Frühjahr dominieren *Cyclops kolensis* und *C.*

vicinus die Gemeinschaft der Ruderfußkrebse. Bemerkenswert ist das stetige und syntope Vorkommen calanoider Copepoden (*Eudiaptomus graciloides* und *E. gracilis*) mit aspektbestimmenden Individuendichten im zeitigen Frühjahr und im Frühsommer.

Biomasse

Die **Biomasse** des Metazooplanktons im Trammer See ist mit durchschnittlichen 110 µg/l (Mittelwert) bzw. 69 µg/l (Median) niedrig; nach TGL 27885/01 (1982) ergäbe sich eine Einstufung in den schwach mesotrophen bis oligotrophen Bereich. Diese Einordnung stellt ähnlich dem Bistensee eine Unterbewertung der Zooplanktonbiomasse dar, da die Zooplanktonproben hier aus einer Wassersäule von 0-30 m stammen und nicht ausschließlich aus dem Epilimnion, wie in der TGL für das Zooplankton beschrieben (siehe dazu Methodik Kap.4.5).

Unabhängig vom Vergleich der eigenen Ergebnisse zu den Dasten der TGL ist zukünftig zu diskutieren, die durch den Vertikalzug hier im Bericht ermittelten Biomassen auf eine bestimmte Tiefe, z.B. die mittlere Tiefe, umzurechnen, um das Zooplankton der verschiedenen Seen besser miteinander zu vergleichen (s.a. Methodik Kap. 4.5). Starke Massenbildner sind vor allem calanoide Ruderfußkrebse (44%) und Cyclopoida (25%). Der Biomasseanteil der Cladoceren ist mit durchschnittlichen 19% gering. Rotatorien haben einen mittleren Anteil von immerhin 12% (Abb. 37).

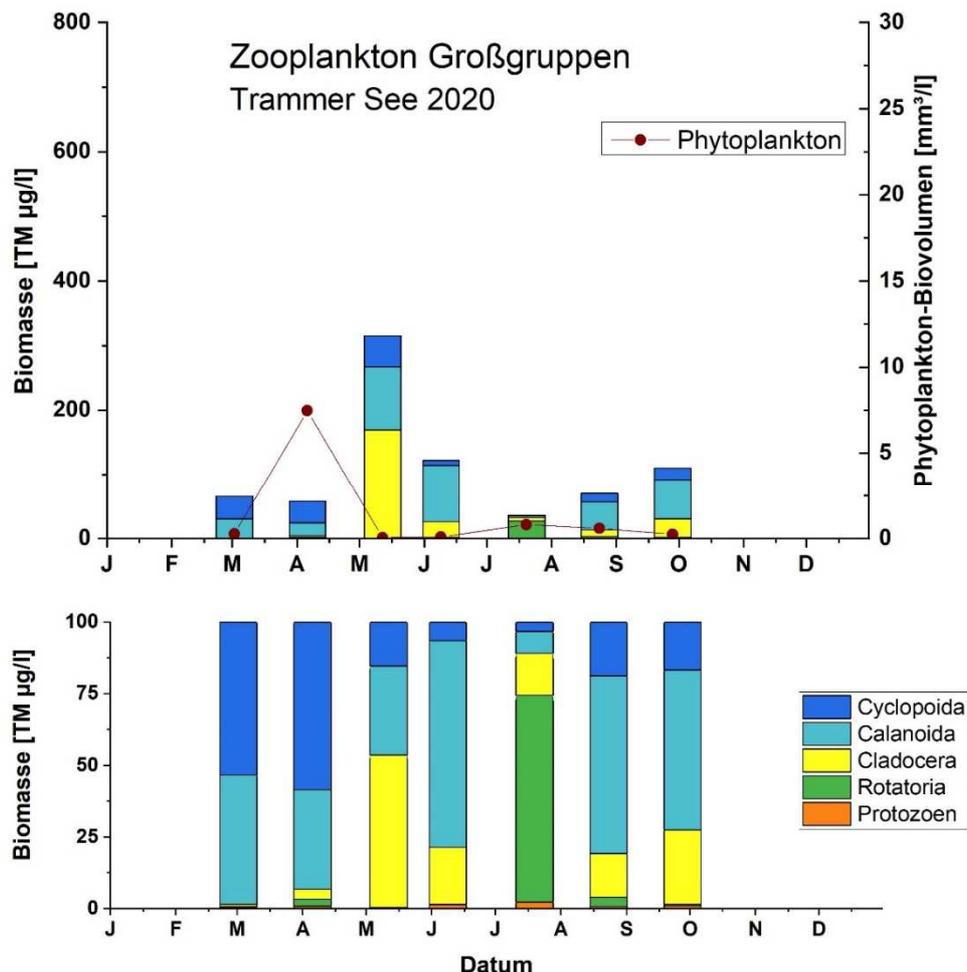


Abb. 37: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Punkt-Linie) für den Tramter See im Jahr 2020. Oben: Absolute Biomassegehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

Nahrungsnetz nach PhytoLoss

Grazing und Nahrungslimitation

Die Futterqualität liegt ganzjährig auf mittlerem Niveau; im Frühjahr, Frühsommer und im Herbst gehören immerhin um die 50% des Phytoplanktons zu den fressbaren Algenklassen. Die Futterqualitätsindizes FQI und FQIC betragen jeweils 2,8. Die Indizes für den (Gesamt-) Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse (Z/P und MGI) sind mit einem Wert von 5 vergleichsweise hoch, wobei besonders calanoide Copepoden vom Algenspektrum profitieren. Der Umsatz der für die Cladoceren verwertbaren Algenklassen ist dagegen durchschnittlich (CGI=3) (Abb. 38, Abb. 39).

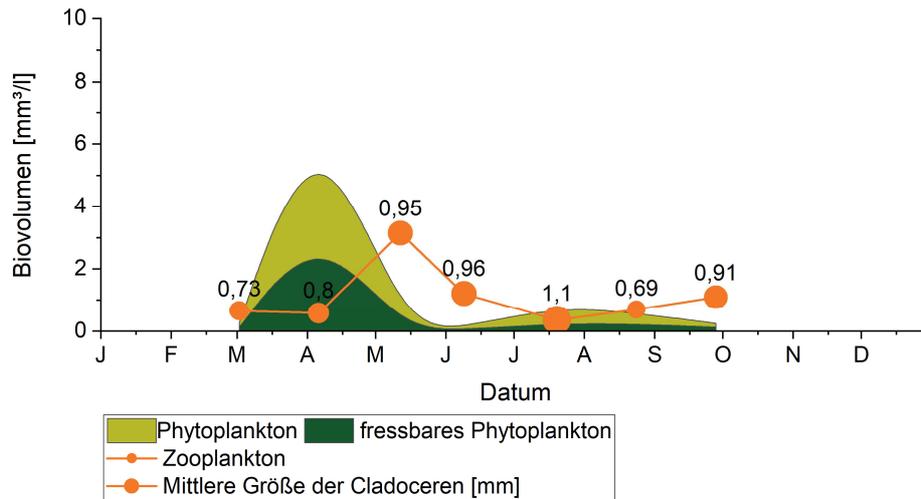


Abb. 38: Nahrungsgrundlagen, unterteilt in gesamtes Phytopl. und fressbares Phytopl. (als Phytoplanktonbiovolumen), Zooplanktonbiovolumen und mittlere Größe der Cladoceren für den Trammer See im Untersuchungszeitraum 2020

Prädation

Der Cladoceren-Größenindex (**GIC**) ist im Sommer und bezogen auf den gesamten Untersuchungszeitraum recht hoch, er beträgt 6,5 bzw. 7,0 $\mu\text{g}/\text{Ind.}$. Die mittlere Körpergröße der Cladoceren erreicht vom Frühjahr bis zum Hochsommer sowie im Herbst Werte um 1 mm, lediglich am 24.08.2020 waren die Tiere/Arten deutlich kleiner. Die großen Filtrierer *Daphnia* sp. kommen bis auf den 24.08.2020 ganzjährig aspektbestimmend im Zooplankton vor, im Frühjahr und vor allem im Herbst haben darüber hinaus auch kleine Arten wie *Bosmina longirostris* und *B. coregonii* hohe Anteile an der Besiedelungsdichte. Ein Fraßdruck planktivorer Fische auf die größeren Cladoceren ist höchstens gering vorhanden. Der über das PhytoLoss Verfahren errechnete **FPI** indiziert mit Effektklasse 3 geringe Fischfraß-Effekte (Abb. 38, Abb. 39).

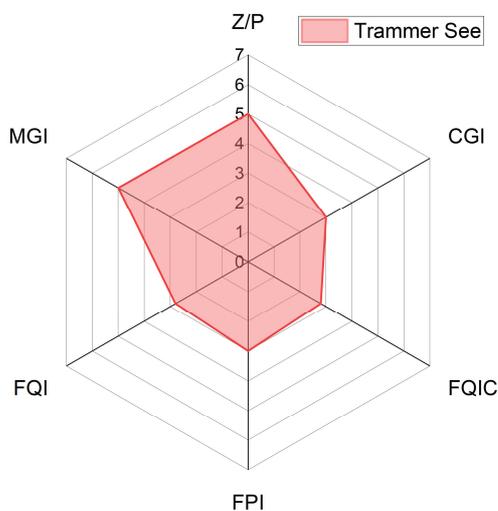


Abb. 39: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Trammer See im Jahr 2020.

5.7.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Trammer See

5.7.3.1 Trophie und Phytoplankton

Für die Diskussion wurden Altdaten zur Trophie und zum Phytoplankton der letzten 4 untersuchten Jahre 2005, 2010 und 2014 mit einbezogen (ARP & DENEKE 2006, ARP, KASTEN & MAIER 2011 und ARP, MAIER & MICHELS 2015), wobei beim Phytoplankton der Bearbeiter stets der gleiche war. 1999 und 2009 wurden Daten an jeweils nur drei oder vier Terminen erhoben, so daß diese Jahre bei der grafischen und tabellarischen Phytoplanktonauswertung nicht miteinbezogen wurden (Tab. 29, Abb. 41).

Alljährlich werden im oberen Wasserkörper (1 m) des Trammer Sees wie in vielen tieferen geschichteten Seen die höchsten Phosphorgehalte der Saison im frühen Frühjahr ermittelt. Ab Ende April/Anfang Mai bis zum Oktober sind die P-Gehalte in 1m deutlich niedriger (meist im Bereich 20 – 40 µg/l TP), mit leichtem Anstieg zum Herbst hin. Das Jahr 2005 bildet in der Hinsicht eine Ausnahme, dass die P-Gehalte während der Schichtungsphase höher als in allen späteren Jahren waren. Im besagten Jahr 2005 war zwar das Saisonmittel für TP nur leicht höher als 2020 (0,058 mg/l TP), jedoch waren die Gehalte während der sommerlichen Schichtungsphase bis Ende Aug./Anf. Sept. deutlich höher (42 - 67 µg/l gegenüber 26 – 40 µg/l im Jahr 2020) (s.u.) (Abb. 40, Tab. 29).

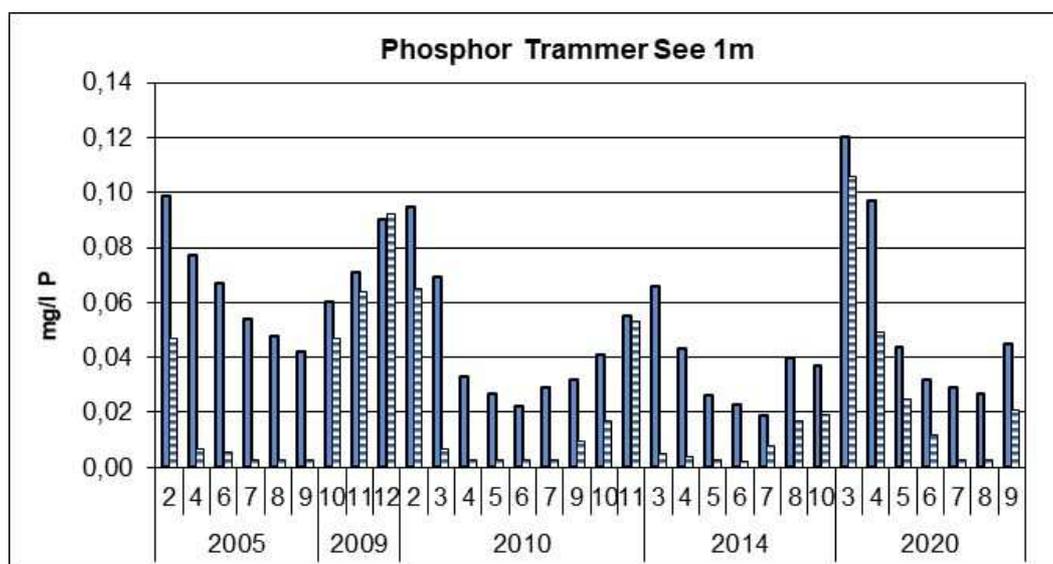


Abb. 40: Phosphor im Trammer See in 1 m Tiefe in den Jahren 2005, 2009 (3 Termine), 2010, 2014 und 2020: Gesamtposphor (blau) und gelöstes anorganisches Phosphat (waggerecht gestrichelt) (Chemiedaten vom LLUR).

Mögliche Limitierungen und Schwellenwerte

Anhand der Nährstoffdaten ist auch erkennbar, dass während der sommerlichen Schichtungsphase die gelösten N- und P-Verbindungen in 1m und oft auch 10 m Tiefe im Trammer See an vielen Terminen der verschiedenen Jahre nahezu aufgebraucht sind (<5 µg PO₄-P und <100 µg/l DIN). In diesen Phasen sind die Bedingungen für eine P- oder/und N-Limitierung des Phytoplanktonwachstums vorhanden. Eine Lichtlimitierung ist im frühen Frühjahr und späteren Herbst bei großer Zirkulationstiefe wahrscheinlich.

Entsprechend zu den unterschiedlichen Phosphorgehalten im Jahresverlauf entwickelt sich alljährlich auch das Phytoplankton jahreszeitlich sehr unterschiedlich, ausgenommen 2005. In den Jahren 2010, 2014 und 2020 wurden nach einem Kieselalgenpeak im Frühjahr, der teils sehr ausgeprägt war, im Sommer/Herbst bei phasenweise Nährstofflimitierung nur leicht erhöhte Phytoplanktongehalte ermittelt, während 2005 in der gesamten Saison erhöhte Blaualgenbiomassen auftraten und der Umsatz von P in Chl.a auch höher war (Abb. 41, (Tab. 29).

Im Jahr 2005 lagen die sommerlichen P-Gehalte oberhalb 40 $\mu\text{g/l}$ TP, in den Jahren nach 2005 unterhalb. Der Gehalt von etwa 40 $\mu\text{g/l}$ TP ist ein Schwellenbereich für eine mögliche Änderung in der Dominanz der Blaualgen. Studien zeigen verschieden hohe Schwellenwerte, die u.a. von der Seetiefe abhängen. Ein Schwellenwert von 40 $\mu\text{g/l}$ TP wird für den geschichteten Schlachtensee in Berlin genannt (mittlere Tiefe 4,7 m), niedrigere Schwellenwerte für den Tegeler See (mittlere Tiefe 7,6 m) (u.a. CHORUS et al 2019, CHORUS & SPIJKERMAN 2020).

Im Jahr 2005 konnte sich die deutliche Dominanz der fädigen Blaualgen bei P-Gehalten oberhalb 40 $\mu\text{g/l}$ TP in der gesamten Saison halten. Hilfreich für die Dominanz waren vermutlich in den Jahren zuvor ähnlich hohe Phosphorgehalte und eine stetige Blaualgendominanz (s.u.), so dass das Inokulum für das kommende Jahr groß war. Durch die im Trammer See stets große durchmischte Zone im Winterhalbjahr bzw das relativ große Epilimnion im Spätsommer und Herbst sind Schwachlichtalgen wie die fädigen Oscillatoriales aus der Gruppe der Blaualgen im Konkurrenzvorteil, wenn sie einmal die Oberhand gewonnen haben. Fädige Blaualgen erniedrigen die Sichttiefen besonders stark. Bei einer mittleren Sichttiefe von 1,0 im Jahr 2005 lag der Wert für $Z_{\text{eu}}/Z_{\text{mix}}$ ¹¹ als einem Maß für die Lichtdurchlässigkeit bei 0,4. Dieser geringe Wert bedeutet in etwa eine geringe Lichtdurchlässigkeit im durchmischten oberen Wasserkörper.

Eine Ursache für die im Jahr 2005 erhöhten Nährstoffgehalte im Sommer im Vergleich mit 2010 und 2014 liegt möglicherweise in einer stärkeren bzw. tieferen Durchmischung im Winter 2004/2005, wie die Chloriddaten im salzreichen Trammer See zeigen (Daten des LLUR). Nur im Jahr 2005 und 2020 waren während des Frühlings (März, April) die Chloridgehalte in allen Tiefen (1 m, 10 m, 20 m und 32 m) sehr ähnlich, in beiden anderen Jahren zur gleichen Zeit in 32 m deutlich höher (die Chemokline z.B. im April 2010 begann bei etwa 23 m). Dies wirkt sich auch auf die Nährstoffe auf.

¹¹ Z_{eu} = euphot. Zone (vereinfacht entspricht Z_{eu} der Sichttiefe $\times 2,5$), Z_{mix} = durchmischte Tiefe (bei Volldurchmischung wurde die mittlere Tiefe genommen).

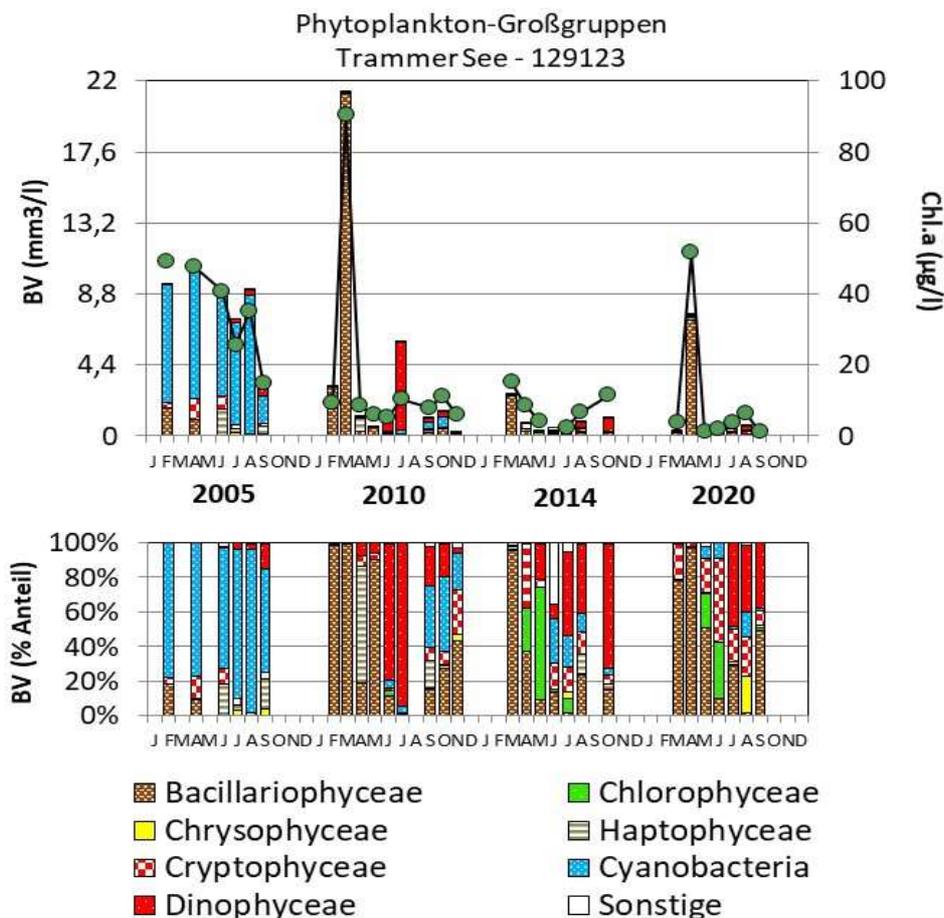


Abb. 41: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Trammer Sees für die Jahre 2005, 2010, 2014 und 2020. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Wichtige Taxa in den untersuchten Jahren

In der Zusammensetzung wichtiger Taxa zeigen sich beim Vergleich von 1999, 2005, 2010 und 2014 mit dem aktuellen Jahr 2020 Unterschiede und Gemeinsamkeiten:

- **1999** (nur 4 Proben; Seenkurzprogramm des LLUR) dominierten ebenfalls oscillatoriale Blaualgen (Biomassen wurden nicht ermittelt), mit *Limnothrix redekii* im März und Juni und *Planktothrix agardhii* und *Planktolyngbya limnetica* im August. Dem Jahr 1999 war ein ungewöhnlich warmer Winter vorausgegangen (LANU 2002).
- **2005**: Der Trammer See war 2005 völlig anders als in den Jahren danach ganzjährig von fädigen meist oscillatorialen Cyanobakterien in erhöhter Biomasse dominiert. Es dominierten im Februar und April deutlich dünnfädige Oscillatoriales (*Limnothrix redekii* und *Pseudanabaena limnetica*). Nachdem im Juni neben den genannten Arten noch u.a. *Planktothrix agardhii* und *Aphanizomenon gracile* gehäuft dazu traten, war im Juli und August *Pseudanabaena limnetica* alleine dominierend. Im September bei abnehmenden Biomassen war dünnfädige Oscillatoriales weiter stark vertreten, nun mit *Planktolyngbya limnetica*. Die Sichttiefen lagen immer im Bereich um 1 m.

- **2009 und 2010:** Die drei Herbstproben 2009 ergaben bei geringen Planktongehalten eine Dominanz von Cryptophyceen (Okt.-Dez.), *Planktothrix agardhii* (Okt.) und ausgeprägt *Stephanodiscus neoastraea* (Nov. und Dez.). Die Frühjahrsblüte 2010 war deutlich von *Stephanodiscus neoastraea* geprägt. Im Sommer 2010 dominierten im Juni und Juli deutlich *Ceratium hirundinella* und *Ceratium furcoides*. Im September und Oktober 2010 war bei relativ geringen Biomassen neben *Ceratium* auch *Planktothrix agardhii* (Cyanobakterien) und *Aulacoseira granulata* (Bacillariophyceen) stärker vertreten.
- **2014:** Die Frühjahrsblüte war wie 2010 und 2020 von *Stephanodiscus neoastraea* geprägt. Der Sommer war zum einen wie auch 2010 und 2020 phasenweise von *Ceratium* dominiert. *Ceratium* trat dann auch im Herbst wie auch 2020 noch anteilig stark hervor. Ähnlich wie 2009 und 2020 war im Herbst 2014 zudem bei den Kieselalgen *Stephanodiscus neoastraea* stark vertreten.

Tab. 29: Vergleich wichtiger Parameter (Saisonmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie 2020 im Vergleich mit früheren Jahren für den Trammer See, tiefste Stelle.-

Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor.
*: Bewertung unsicher wg. zu geringer Probenzahl (n=5). ** Feb-April: Chl a und PP aus 1m Tiefe.

Trammer See (Saisonmittelwerte)	Sicht- tiefe (m)	TP (1 m) (mg/l)	Chl a (Zintegr.) (µg/l)	PP BV (Zintegr.) (mm ³ /l)	Trophie- Index (LAWA 2014)	PSI ohne DiProf (Phytosee 7.1)
2005**	1,0	0,065	35,6**	8,0**	3,48 (e2)	4,44 (unbefried.) *
2010	3,0	0,045	17,3	4,0	2,81 (e1)	3,80 (unbefried.)
2014	3,4	0,036	8,1	0,9	2,53 (e1)	2,40 (gut)
2020	5,6	0,056	10,1	1,4	2,57 (e1)	2,96 (mäßig)

Trophieindex, PhytoSee-Bewertung

Die Daten ab 2005 zeigen einen Trend hin zu geringeren Trophieeinstufungen (e2 → e1) (Tab. 29). Schwankungen in der Trophieeinstufung sind auch probenahmebedingt (s.u.).

Im Rahmen der EU-WRRL wurde der Trammer See 2020 mittels der Qualitätskomponente Phytoplankton „mäßig“ eingestuft (PSI-Daten im Zusammenhang siehe auch Kap. 5.2.1). Dies ist plausibel vor dem Hintergrund eines hohen Algenpeaks im Frühjahr und nur leicht erhöhten Algenbiomassen im Sommer/Herbst. Die Einstufung dieses Sees mittels PHYTOSEE ist stark davon abhängig, ob ein ausgeprägter Kieselalgenpeak im Frühjahr erfasst wird oder nicht und wie hoch er ist (etwa monatlicher Probenahmerhythmus). Dadurch kann die Einstufung um etwa 1 Klasse schwanken. Trotzdem ist langfristig ein Trend erkennbar, von unbefriedigender Einstufung 2005 hin zu guter bis mäßiger Bewertung in den Jahren 2014 und 2020 (Tab. 29).

5.7.3.2 Zooplankton

Für die Diskussion wurden Altdaten zum Zooplankton aus dem Jahr 2005 und 2010 mit einbezogen (ARP & DENEKE 2006; ARP, KASTEN & MAIER 2011), die Zooplanktonuntersuchungen 2005 wurden von Rainer Deneke durchgeführt (ARP & DENEKE (2006).

Im Vergleich zu allen anderen Seen ist die Biomasse des Metazooplanktons im Trammer See sehr gering, im Gegensatz zu den anderen deutlich flacheren Seen stammen die Zooplanktonproben jedoch aus einer Wassersäule von 0-30m. Die auf diesen Bereich bezogenen Individuendichten und Biomassen sind zu niedrig im Vergleich mit denen aus flacheren Seen, da unterhalb der euphotischen Zone bzw. in anoxischen Bereichen kaum noch Zooplankton vorkommt. Bezogen auf die mittlere Tiefe bzw. die euphotische Zone liegen die Zooplanktonbiomassen mit Sicherheit deutlich höher. Für das fressbare Phytoplankton wurden im Mittel die niedrigsten absoluten Werte ermittelt, der Anteil am Phytoplankton insgesamt ist durchschnittlich und erreicht phasenweise Werte um 50%. Die Grazingindizes (auf das fressbare Phytoplankton) und der Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse (Z/P) sind zumindest saisonal vergleichsweise hoch (Abb. 4 bis Abb. 7). Im Frühjahr und Frühsommer können Zooplankter (vor allem calanoide Copepoden) vom Phytoplankton profitieren, im Sommer und Herbst muss jedoch auf andere Nahrungsquellen ausgewichen werden. ARP & DENEKE stellten 2005 eine geringe Kopplung zwischen Zooplankton und Phytoplankton fest und begründete dies mit der Dominanz fädiger Blaualgen und den hohen Salzkonzentrationen im Wasser.

Im Vergleich zu den 2010 durchgeführten Untersuchungen ist die Biomasse des Zooplanktons deutlich geringer und wurden für den Cladoceren-Größenindex niedrigere Werte ermittelt. Der Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse ist im Mittel (Medianwert!) vergleichbar mit dem Wert von 2010; bedingt durch den Extremwert vom 12.5.2021 liegt auch der Medianwert etwas über dem Niveau von 2010 (Abb. 42).

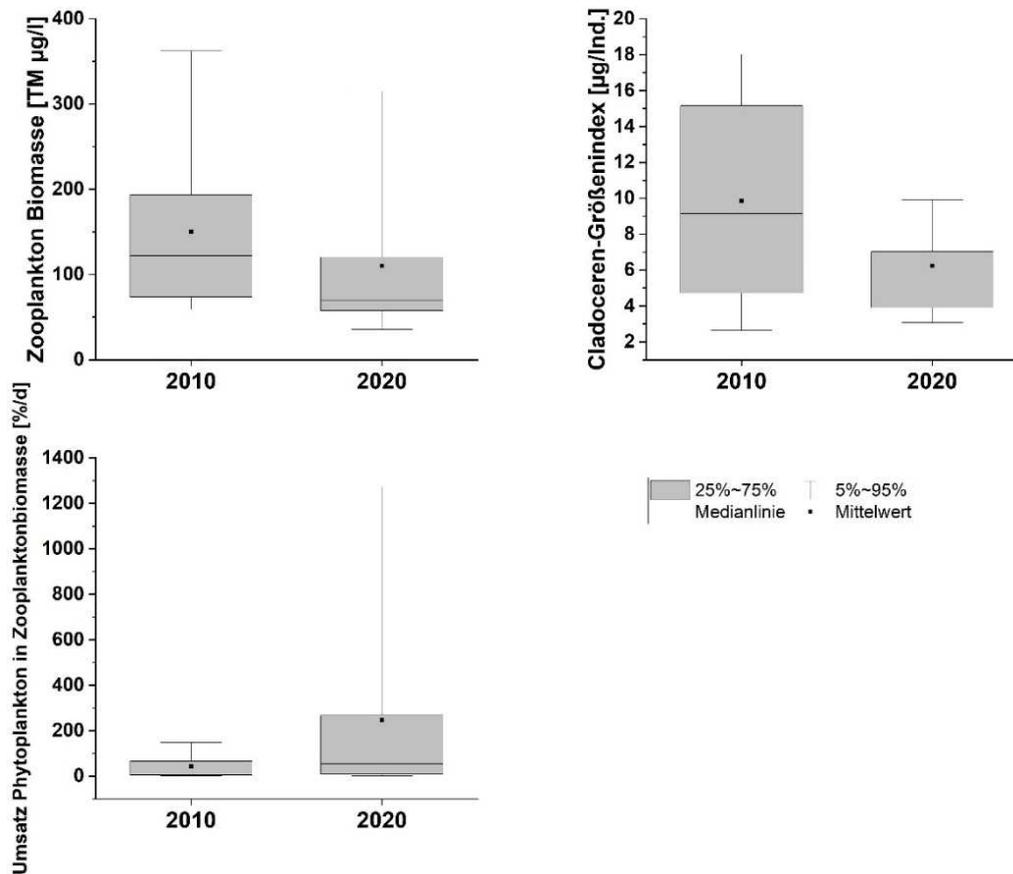
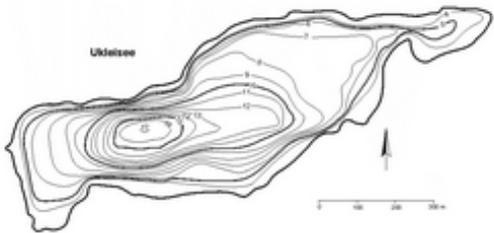
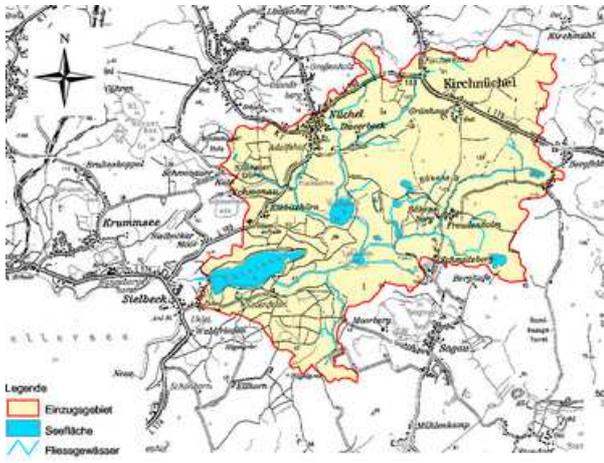


Abb. 42: Zooplankton-Biomasse (oben links), GIC (oben rechts) und Z/P (unten links) im Jahresvergleich für den Trammer See.

5.8 Plankton Ukleisee

Stammdaten, limnochemische und –biologische Mittelwerte + Indices 2020					
Seetyp (Plkt.)	VQ [km ² 10 ⁶ m ⁻³]	See-Fläche [km ²]	Tiefe–mittel [m]	Tiefe–max [m]	th. Verweilzeit [a]
10 (10.1)	5,0	0,33	7,2	17	0,6
TP _{1m} [mg/l]	Sichttiefe [m]	Chl a Z _{integr.} [µg/l]	BV Z _{integr.} [mm ³ /l]	Trophie-Index (LAWA 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.1)
0,034	2,4	25,0	3,6	2,75	2,73
Tiefenkarte und oberirdisches Einzugsgebiet					
					

Der relativ kleine Ukleisee liegt im eiszeitlich geprägten östlichen Hügelland Schleswig-Holsteins. Der See liegt abseits etwas nördlich der Seenkette der Schwentine südwestlich vom Bungsberg und entwässert ein östlich gelegenes Einzugsgebiet in den westlich gelegenen Kellersee. Das Einzugsgebiet ist vollständig bewaldet. Aufgrund der für die Fläche relativ großen mittleren Tiefe von 7,3 m ist der See sommerlich stabil geschichtet (LAWAKÜ 1993).

Zu submersen Makropten liegen dem LLUR die neuesten Daten von 2013 vor. Danach wuchsen die Unterwasserpflanzen im Durchschnitt bis 2,7 m Tiefe, waren aber nur schwach entwickelt (BIOTA 2014).

5.8.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen November 2019 und Oktober 2020 wurden 9 integrierten Proben aus unterschiedlichen Tiefen entnommen (0-7 bis 0-10 m). Der See weist im Mittel erhöhte Chlorophyll a- Gehalte und Biovolumina auf (Saisonmittel 2020: 3,6 mm³ l⁻¹ Biovolumen und 25,0 µg l⁻¹ Chl.a). Es dominierten sehr deutlich in der nahezu gesamten Saison Cyanobakterien (Blualgen) (Abb. 43). Insgesamt wurden 62 verschiedene Taxa identifiziert.

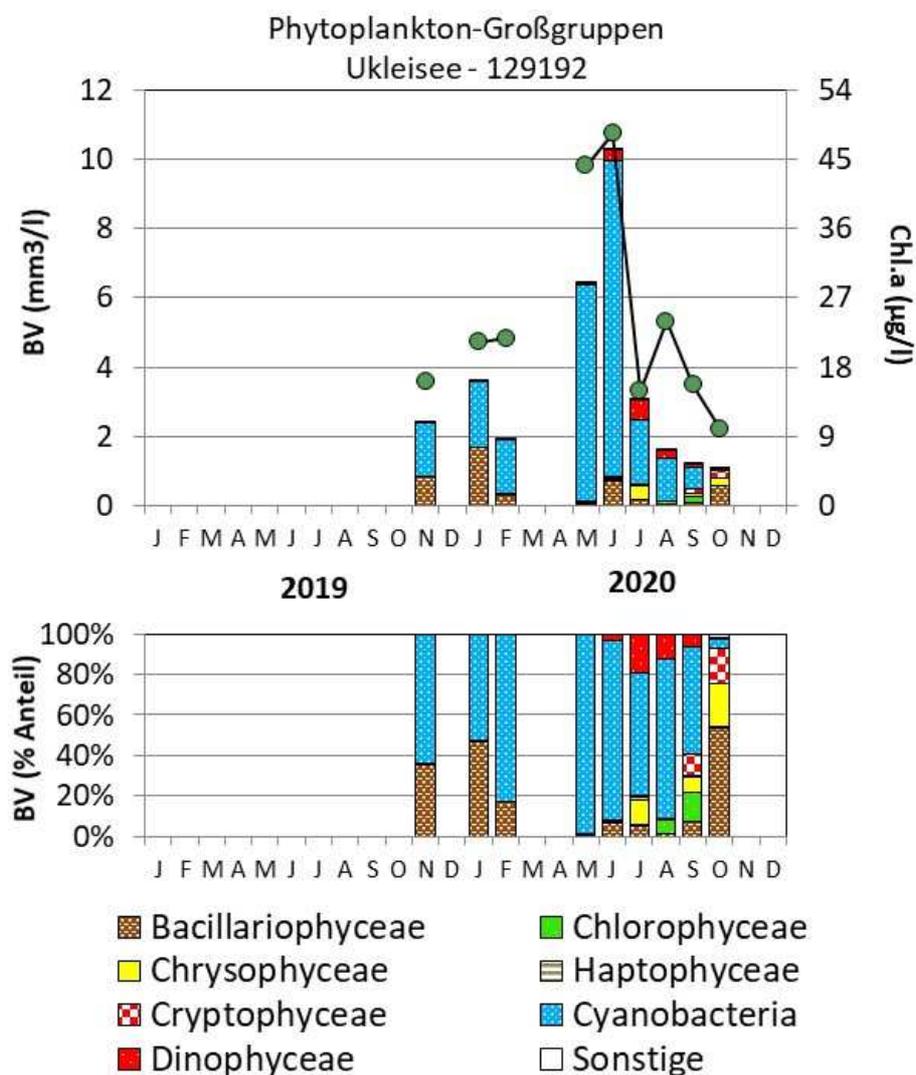


Abb. 43: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Ukleisees von Nov. 2019 bis Okt. 2020. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Im Jahr 2019 wurde wegen der Rotfärbung des Sees im Verlauf des Jahres eine Probe noch im November entnommen. Es dominierte die Burgunderblutalge (*Planktothrix rubescens*) mit 56 % Anteil an der Gesamtbiomasse. Daneben waren centrische Kieselalgen relativ häufig, v.a. *Aulacoseira*. Diese Gattung trat auch im Januar 2020 auf, jedoch war nun die häufigste Kieselalge die solitäre Art *Stephanodiscus neoastraea*.

Mit Beginn des Jahres 2020 dominierte weiterhin *Planktothrix rubescens* in den Proben bis Mitte August, mit Anteilen an der Gesamtbiomasse von 51 bis 93 %. In den Monaten Mai und Juni, als die höchsten Biomassen erreicht wurden, war der Anteil der Burgunderblutalge mit 93 und 88 % am höchsten. Ab September nahm der Biomasseanteil dieser fädigen Blaualge deutlich ab und erreichte im Oktober nur noch einen Anteil von 3 %.

Neben *Planktothrix rubescens* waren im Hochsommer noch Dinoflagellaten mit *Ceratium hirundinella* relativ häufig, desweiteren im Juli bei den Chrysophyceen (Goldalgen) *Dinobryon* mit 2 Arten und im Herbst eine weitere Goldalge, *Mallomonas caudata*. Im

Oktober war für die Kieselalgen die Gattung *Aulacoseira* mit der Hauptart *Aul. ambigua* häufig anzutreffen.

Die fädige **Burgunderblutalge** ist durch ihre Rotfärbung (akzessorisches Pigment Phycoerythrin) eine besondere Blaualge, die im Sommer vor allem in den unteren Wasserschichten geschichteter Seen vorkommt und dort als Schwachlichtalge Tiefenchlorophyllmaxima (DCM) ausbildet. Nach der Herbstzirkulation des Wasserkörpers kann sie bei günstigen Licht- und Nährstoffbedingungen im gesamten Wasserkörper weiterwachsen und manchmal auch den See rot färben, wie es z.B. 2019 im Ukleisee der Fall war (weilers dazu s.u. Disk, Kap. 5.8.3).

5.8.2 Ergebnisse Zooplankton

Der Ukleisee wurde vom 06.01.2020 bis zum 19.11.2020 an insgesamt 9 Terminen auf das Zooplankton untersucht. Insgesamt wurden 43 Arten sowie höhere Taxa des Metazooplanktons festgestellt (Rotifera – 24, Cladocera – 10 und Copepoda – 9). Darüber hinaus waren Taxa aus der Gruppe der Protozoen in den Proben vorhanden. Als carnivore Arten konnte die Raubcladocere *Leptodora kindtii* und Larven der Büschelmücke *Chaoborus sp.* in geringen Individuendichten nachgewiesen werden.

Artenspektrum und Individuendichten

Tab. 30: Individuendichten der Rotatorien ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Rädertiere im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Rotatorien) im Ukleisee, 2020.

Taxon	Datum								
	06.01.2020	18.02.2020	11.05.2020	08.06.2020	14.07.2020	18.08.2020	21.09.2020	21.10.2020	19.11.2020
Rotatorien ges.	236,7	62,3	258,6	333,9	82,1	31,4	97,0	214,8	70,7
<i>Conochilus unicornis</i>	-	-	20	-	-	-	-	-	-
<i>Filinia longiseta</i>	-	-	26	-	-	-	16	-	-
<i>Keratella cochlearis</i>	50	25	15	33	21	29	32	19	55
<i>Keratella quadrata</i>	35	53	-	-	-	-	-	16	23
<i>Keratella tecta</i>	-	-	-	-	-	18	-	-	-
<i>Pompholyx sulcata</i>	-	-	-	24	-	16	-	-	-

Die Individuendichte der Rädertierchen ist niedrig, im Mittel waren 154 Ind./l (Mittelwert) bzw. 97 Ind./l (Median) vorhanden. Die höchste Individuendichte wurde am 28.06.2020 mit 334 Ind./l dokumentiert. Aspekt bestimmend sind ganzjährig Facettenrädertierchen (*Keratella cochlearis* und *K. quadrata*). Im Mai haben weitere Arten wie *Conochilus natans* und *Filinia longiseta* bestandsprägende Individuendichten, im Sommer entwickelt sich *Pompholyx sulcata* neben *Keratella cochlearis* zum dominanten Taxon (Tab. 30).

Tab. 31: Individuendichten der Cladoceren ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Cladoceren im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Cladoceren) im Ukleisee, 2020.

Taxon	Datum								
	06.01.2020	18.02.2020	11.05.2020	08.06.2020	14.07.2020	18.08.2020	21.09.2020	21.10.2020	19.11.2020
Cladoceren ges.	6,8	0,6	9,2	2,3	6,8	8,1	10,9	17,1	4,4
<i>Bosmina coregoni</i>	-	-	24	-	-	-	-	-	-
<i>Daphnia cucullata</i>	56	23	36	83	75	25	67	88	57
<i>Daphnia galeata</i>	-	70	-	-	-	-	-	-	-
<i>Daphnia hyalina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	24
<i>Daphnia galeata/cucullata</i>	-	-	20	-	-	-	-	-	-
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	-	-	-	-	-	74	-	-	-

Die Individuendichte der Cladoceren ist niedrig, im Mittel waren 7 Ind./l (Mittelwert) in den Proben vorhanden. Die höchsten Individuendichten wurden mit 17 Ind./l im Herbst (21.10.2020) festgestellt. Große Cladoceren (verschiedene Arten und Hybriden der Gattung *Daphnia*) sind ganzjährig im Plankton vorhanden, besonders stetig und Aspekt bestimmend kommt *Daphnia cucullata* vor. Kleine Taxa haben im Mai (*Bosmina coregonii*) und August (*Diaphanosoma brachyurum*) höhere Anteile an der Besiedelungsdichte (Tab. 31).

Tab 32: Individuendichten der Copepoden ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Copepoden im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Copepoden) im Ukleisee, 2020.

Taxon	Datum								
	06.01.2020	18.02.2020	11.05.2020	08.06.2020	14.07.2020	18.08.2020	21.09.2020	21.10.2020	19.11.2020
Copepoden ges.	11,8	34,0	46,0	44,2	17,3	11,5	30,4	21,4	3,1
Calanoidea-Copepodid	-	14	14	-	-	27	-	14	10
Calanoidea-Nauplius	39	52	11	-	20	-	16	19	-
Cyclopoida-Copepodid	-	-	-	-	-	-	15	-	-
Cyclopoida-Nauplius	24	20	41	50	46	45	55	11	-
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	29	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	-	13	-	-	11	11	-	-	20

Die Individuendichte der Copepoden ist ebenfalls niedrig, im Mittel waren 24 Ind./l (Mittelwert) im Plankton vorhanden. Der Maximalwert liegt bei 46 Ind./l (11.05.2020). Innerhalb der Cyclopoida kommen *Mesocyclops leuckarti* und *Thermocyclops oithonoides* besonders stetig vor. Calanoide Copepoden sind mit *Eudiaptomus graciloides* und *E. gracilis* ganzjährig im Zooplankton vorhanden mit geringeren Individuendichten aber höherer Biomasse im Vergleich zu den Cyclopoida (Tab 32).

Biomasse

Die **Biomasse** des Metazooplanktons im Ukleisee ist mit durchschnittlichen 68 µg/l (Mittelwert) sehr niedrig; nach TGL 27885/01 (1982) ergäbe sich eine Einstufung in den oligotrophen Bereich. Diese Einordnung stellt ähnlich dem Bistensee und dem Trammer See eine Unterbewertung der Zooplanktonbiomasse dar, da die Zooplanktonproben hier aus einer Wassersäule von 0-15 m stammen und nicht ausschließlich aus dem Epilimnion (siehe dazu Methodik Kap.4.5). Starke Massenbildner sind Cladoceren und calanoide Copepoden; ihr durchschnittlicher Anteil an der Zooplanktonbiomasse liegt bei 38 bzw. 37%. Der Anteil cyclopoider Copepoden beträgt durchschnittlich 17%, Rotatorien haben einen mittleren Biomasseanteil von 8% (Abb. 44).

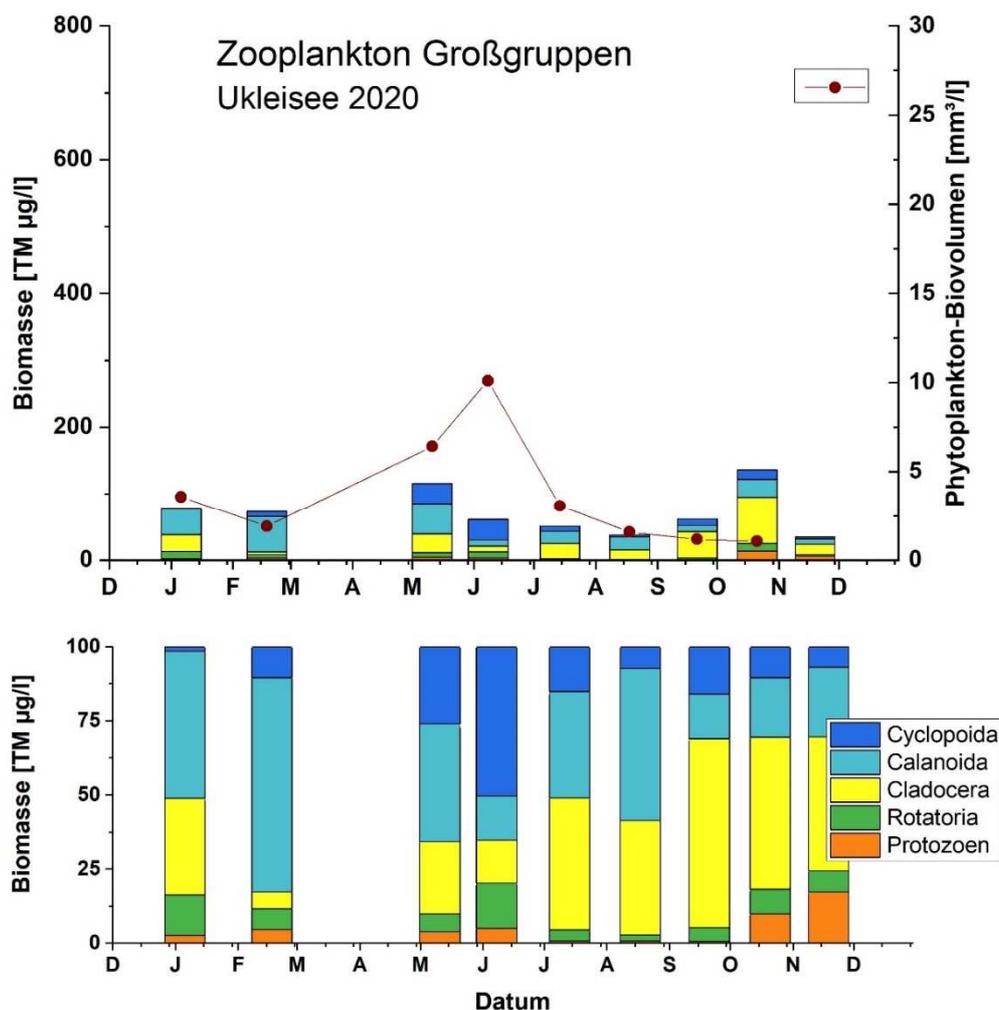


Abb. 44: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Punkt-Linie) für den Uckersee im Jahr 2020. Oben: Absolute Biomassegehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

Nahrungsnetz nach PhytoLoss

Grazing und Nahrungslimitation

Die Futterqualität im Uckersee liegt ganzjährig auf mittlerem bis gerigem Niveau, bedingt durch die hohen Anteile schlecht fressbarer Kieselalgenarten und vor allem der fädigen potenziell toxischen Cyanobakterien. Höchste Anteile gut fressbarer Algenklassen (46%) wurden im Frühjahr (18.02.2020) und im Herbst (21.10.2020) registriert. Der Futterqualitätsindex (FQI) beträgt 2,8; für Cladoceren sind die Nahrungsgrundlagen bezogen auf das Phytoplankton noch ungünstiger, für den FQIC wurde ein Wert von 2,1 ermittelt. Der (Gesamt)-Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse ist gering bis mäßig; im PhytoLoss-Verfahren werden Grazing-Effektclassen von 2 (Z/P), 3 (CGI) und 2 (MGI) ausgewiesen (Abb. 45, Abb. 46).

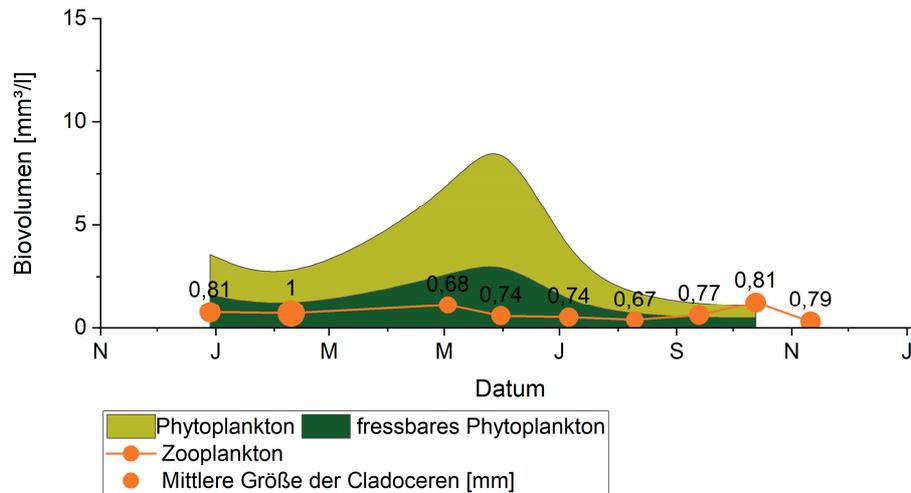


Abb. 45: Nahrungsgrundlagen, unterteilt in gesamtes Phytopl. und fressbares Phytopl. (als Phytoplanktonbiovolumen), Zooplanktonbiovolumen und mittlere Größe der Cladoceren für den Ukleisee im Untersuchungszeitraum 2020

Prädation

Der Cladoceren-Größenindex (**GIC**) liegt im Sommer und bezogen auf den gesamten Untersuchungszeitraum bei 3,2 bzw. 3,6 $\mu\text{g}/\text{Ind}$ (jeweils Medianwerte). Die mittlere Körpergröße der Cladoceren erreicht im Februar Werte um 1 mm, an allen anderen Untersuchungsterminen waren die Werte deutlich niedriger. Die großen Filtrierer *Daphnia sp.* kommen zwar ganzjährig im Zooplankton vor, Aspekt bestimmend ist aber vor allem *Daphnia cucullata* als kleinere Art unter den Daphnien. Im Mai und im August bilden zusätzlich kleine Taxa wie *Bosmina coregoni* und *Diaphanosoma brachyurum* hohe Bestandsdichten aus. Ein Fraßdruck planktivorer Fische auf die größeren Cladoceren ist sehr wahrscheinlich. Der über das PhytoLoss Verfahren errechnete **FPI** indiziert mit Effektklasse 4 durchschnittliche Fischfraß-Effekte (Abb. 45, Abb. 46).

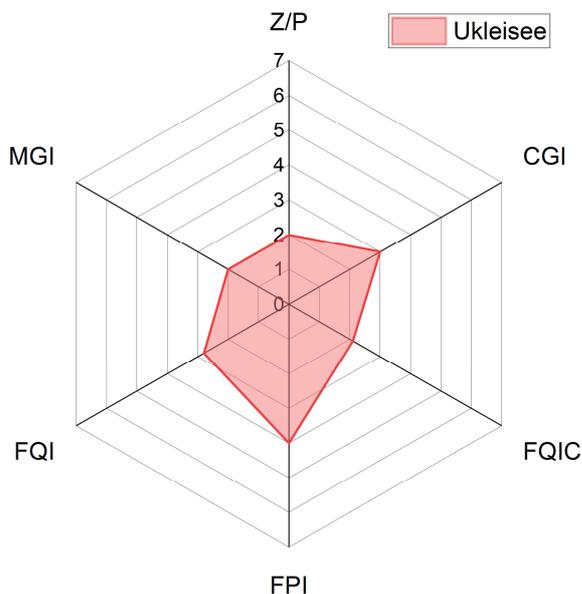


Abb. 46: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Ukleisee im Jahr 2020.

5.8.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Ukleisee

5.8.3.1 Trophie und Phytoplankton

Für die Diskussion wurden Altdaten zur Trophie und zum Phytoplankton des letzten untersuchten Jahres 2013 mit einbezogen (ARP, MAIER & MICHELS 2014), wobei beim Phytoplankton der Bearbeiter stets der gleiche war.

Der relativ tiefe und kleinfächige Ukleisee ist durch das ausgeprägte Vorkommen der **Burgunderblutalge** (*Planktothrix rubescens*) aus der Gruppe der Cyanobakterien in den 3 untersuchten Jahren 2013, 2019 (Daten erst ab Herbst) und 2020 ein besonderer See. Sowohl 2013 als auch 2019/2020 wurden teils hohe Biomassen der Burgunderblutalge in den integrierten Proben gefunden. Diese Art war in beiden Jahren die biomassebestimmende Art unter allen gefundenen Taxa des Phytoplanktons (Abb. 47) und hat den See phasenweise rot gefärbt.

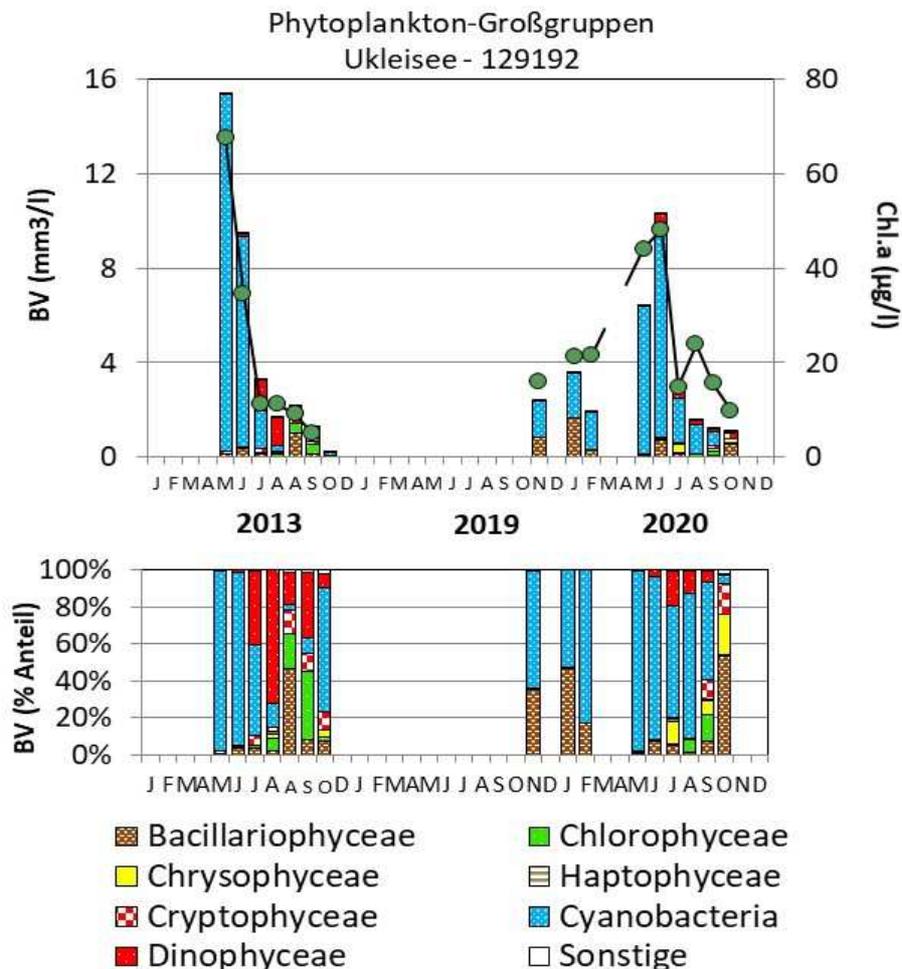


Abb. 47: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Ukleisees im Jahr 2013, 2019 (1 Monat) und 2020. Oben: Absolute Biovolumina, jeweils unten: Prozentuale Anteile.

Die potenziell toxische Burgunderblutalge tritt in unserer Region vor allem in eher kleineren meso- bis schwach eutrophen und stabil geschichteten Seen mit phosphorreicherem Tiefenwasser auf. Die Alge überdauert während des Sommers in tieferen Wasserschichten des

unteren Metalimnions / Hypolimnions bei Schwachlicht als Tiefenchlorophyllmaximum (DCM¹²) und kann dann bei günstigen Lichtbedingungen während der Herbstzirkulation im gesamten Wasserkörper weiterwachsen. Dies kann bei erhöhten Biomassen im Winter/Frühjahr zu einer Rotfärbung des Sees führen. Auch in anderen kleineren geschichteten Seen in Schleswig-Holstein wurde dieses Phänomen immer wieder beobachtet, z.B. im Schmarksee, Krummsee und Behlendorfer See (u.a. ARP & KOPPELMEYER 2004 und 2005).

Solche Bedingungen für ein Wachstum der Burgunderblutalge sind nur möglich, wenn die Sichtiefen im Sommer erhöht sind und Phosphor in der Tiefe deutlich ansteigt und in der Folge auch im Spätherbst /Winter im gesamten Wasserkörper erhöht ist. Der windgeschützte und sehr stabil geschichtete kleinflächige Ukleisee (Typ 10) mit Gehalten an gelöstem Phosphor meist < 5 µg/l im Epilimnion und höheren P-Gehalten im Tiefenwasser, insbesondere ab dem Hochsommer, erfüllt genau diese Bedingungen (Abb. 48).

Erfassung des Tiefenchlorophyllmaximums

Durch die integrierte Probenahme von 0 m bis zur euphotischen bzw. epilimnischen Tiefe (s.a. Feldmethoden Kap. 4.1) wurde das DCM der Burgunderblutalge in beiden Jahren meist erfasst, jedoch manchmal auch unvollständig bzw. an 2 Terminen gar nicht (Tab. 33).

Tab. 33: Vorkommen der Burgunderblutalge im Ukleisee 2013 und 2020. Vergleich der Probenahmetiefe mit dem Vorkommen der Alge (ermittelter Tiefenbereich des Hauptpeaks anhand von Vertikalprofilen mit der Fluoreszenzsonde der Fa. Moldaenke). Gelb markiert: DCM wurde durch die Probenahme nicht oder kaum erfasst.

Datum .	Probenahmetiefe (m)	Tiefenbereich des Hauptpeaks der Burgunderblutalge (m) anhand von Fluoreszenzdaten	Erfassung des Hauptpeaks
13.05.2013	0 – 5	3 – 10	teilweise
06.06.2013	0 – 5	3 – 6	größtenteils
09.07.2013	0 - 6	3,5 - 7	größtenteils
05.08.2013	0 – 4	4 – 7	kaum
29.08.2013	0 – 3	5 - 6	nein
26.09.2013	0 – 6	3 - 7	größtenteils
29.10.2013	0 – 8	unterhalb 8	nein
15.07.2020	0 - 6	5 – 7	größtenteils
18.08.2020	0 - 10	6 – 7	ja
21.09.2020	0 - 7	7 - 8	teilweise

¹² DCM = deep chlorophyll maximum

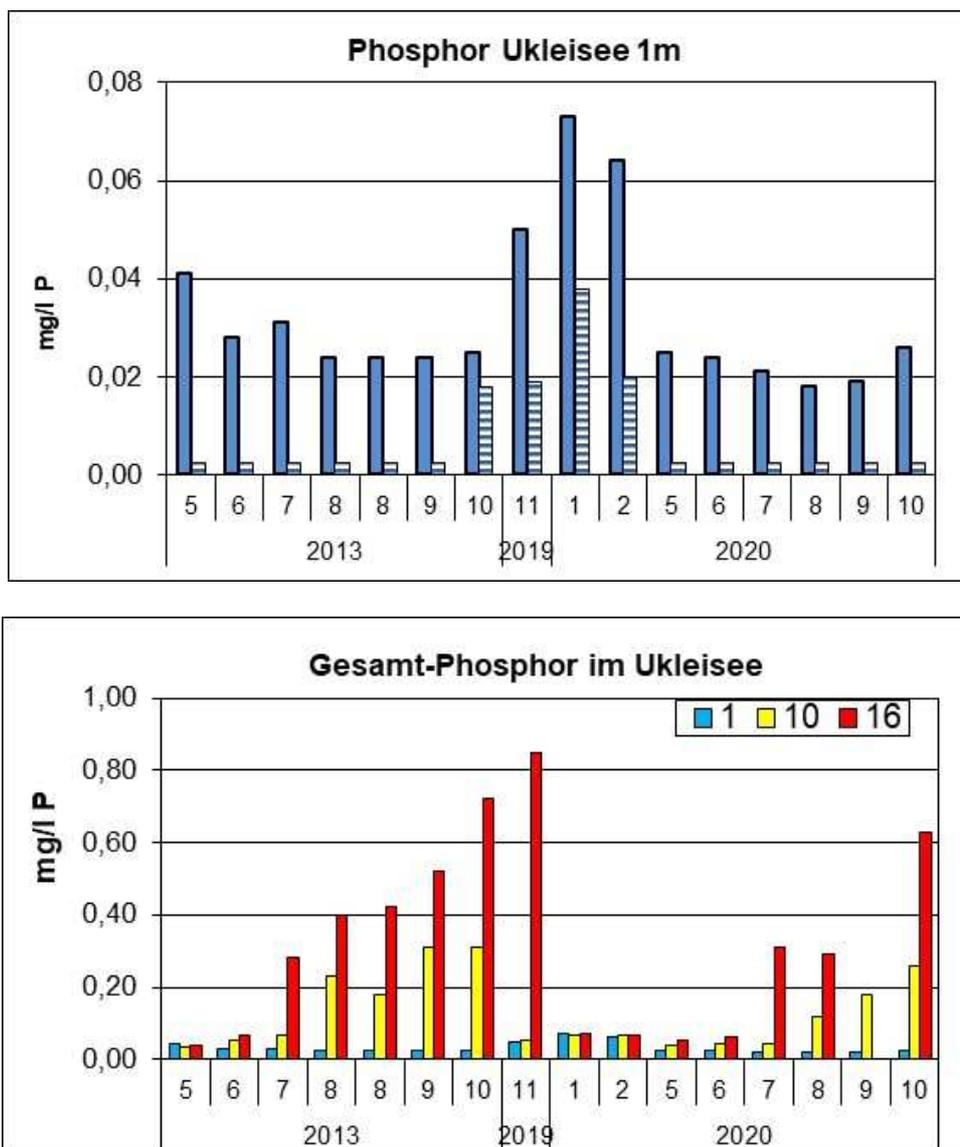


Abb. 48: Phosphor im Ukleisee 2013, 2019 (1 Monat) und 2020. **Oben:** Gesamtphosphor (blau) und gelöstes anorganisches Phosphat (waggerecht gestrichelt) in 1 m Tiefe. **Unten:** Gesamtphosphor in verschiedenen Tiefen (Chemiedaten vom LLUR).

Weitere wichtige Taxa neben *Planktothrix rubescens*

Neben der Hauptart *Planktothrix rubescens* treten auch andere Arten in beiden Jahren in kurzen Phasen gehäuft auf. Bei den Kieselalgen sind dies neben den großvolumigen centrischen Arten 2019/2020 (s.o. Ergebnisse Kap. 5.8.1) ebenso kleinzellige solitäre Centrales mit geringer Trophieindikation wie *Cyclotella ocellata* (ausgeprägt Ende August 2013) und *Cyclotella pseudocomensis* (nur 2020, Einzelfund). Beide Arten verweisen auf die sehr niedrigen P-Gehalte im Epilimnion. Daneben sind in beiden Jahren Dinoflagellaten mit *Ceratium hirundinella* häufiger im Sommer anzutreffen, ebenso verschiedene Chrysophyceen (Goldalgen), v.a. *Uroglena*, *Dinobryon divergens* und *Mallomonas caudata* (nur 2020).

Trophieindex und PhytoSee-Bewertung

Der Ukleisee wurde sowohl 2013 als auch 2020 eutroph 1 eingestuft (Tab. 34).

Im Rahmen der EU-WRRL wurde der Ukleisee mittels der Qualitätskomponente Phytoplankton „mäßig“ eingestuft. Diese Einstufung ist gerechtfertigt, wobei die Bewertung wegen der zu kleinen Seefläche (< 50 ha) eingeschränkt ist (PSI-Daten im Zusammenhang siehe auch Kap. 5.2.1). Die Phytoplanktongehalte im oberen Wasserkörper oberhalb des DCM sind bei den geringen P-Gehalten entsprechend nur leicht erhöht, jedoch das ausgeprägte DCM im Metalimnion mit der potenziell toxischen Burgunderblutalge zeigt eine „versteckte“ Trophie an (Tab. 34). Trends sind bislang wegen zu geringer Jahre nicht erkennbar.

Tab. 34: Vergleich wichtiger Parameter (Saisonmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie 2020 im Vergleich mit 2013 für den Ukleisee.-

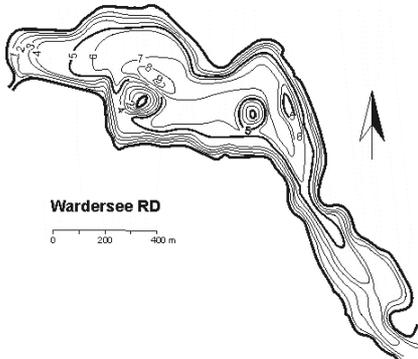
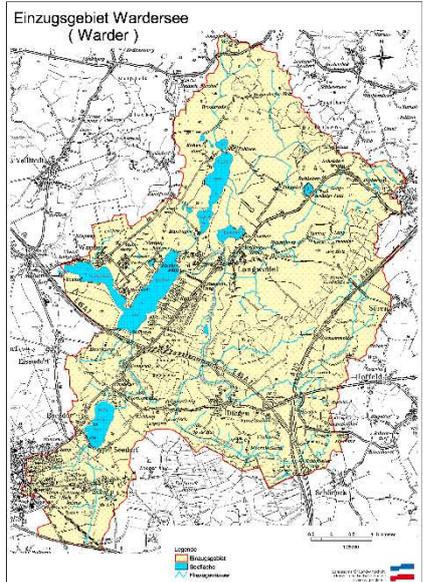
Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor.-
*: Mittelwert aus 8 Proben Jan.-Okt. 2020.

Ukleisee (Saisonmittelwerte)	TP (1 m) (mg/l)	Sicht- tiefe (m)	Chl a (Z _{integr.}) (µg/l)	PP BV (Z _{integr.}) (mm ³ /l)	Trophie-Index (LAWA 2014)	PSI ohne Di-Prof (PhytoSee 7.1)
2013	0,028	1,7	23,2	4,8	2,81 (e1)	2,72 (mäßig)
2020	0,034*	2,4*	25,0*	3,6*	2,75 (e1)	2,73 (mäßig)

5.8.3.2 Zooplankton

Der Ukleisee wurde erstmalig auf das Zooplankton untersucht. Auf Grund der ungünstigen Nahrungssituation (Dominanz vor allem von fädigen potenziell toxischen Cyanobacteria) wird nur wenig Zooplankton gebildet. Die saisonale Entwicklung des Zooplanktons erfolgt 2gipflig mit Entwicklungsspeaks im Mai und Anfang Oktober. Zudem sind Fischfraßeffekte auf die großen Zooplankter wahrscheinlich.

5.9 Plankton Wardersee, Warder

Stammdaten, limnochemische und –biologische Mittelwerte + Indices 2020					
Seetyp (Plkt.)	VQ [km ² 10 ⁶ m ⁻³]	See-Fläche [km ²]	Tiefe–mittel [m]	Tiefe–max [m]	th. Verweilzeit [a]
11.1	28,3	0,55	4,3	8,8	0,1
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 7.1)
0,105	1,7	13,1	1,87	3,11	1,63
Tiefenkarte und oberirdisches Einzugsgebiet					
 <p>Wardersee RD 0 200 400 m</p>			 <p>Einzugsgebiet Wardersee (Warder)</p>		

Der direkt mit dem Brahmsee verbundene Wardersee (Wardersee RD), nordöstlich Nortorf im östlichen Hügelland nahe dem Übergang zur Geest gelegen, weist ein sehr großes Einzugsgebiet auf und ist unterstes Glied einer Seenkette, mit dem Brahmsee, Manhagener See und Großen Pohlsee oberhalb. Zudem erhält der See über den Brahmsee Wasser vom Lustsee und Borgdorfer See (insgesamt die Nortorfer Seenkette genannt). Der See liegt im weichsel-eizeitlichen Sandergebiet (LANU 2000).

Submerse Makrophyten treten verhältnismäßig arteneich auf. Es dominiert v.a. die Schmalblättrige Wasserpest (*Elodea nuttallii*). Insgesamt wurden 2020 elf Arten gefunden, Characeen nahezu gar nicht. Die untere Makrophytengrenze lag 2020 im Mittel bei 3,0 m und hat sich gegenüber 2017 um fast 1 m vergrößert. Der Deckungsgrad lag im Mittel bei 50 %¹³ und damit um Faktor 2 höher als im benachbarten Brahmsee (BIOTA 2021a).

¹³ Der prozentuale Deckungsgrad für jedes untersuchte Transekt bezieht sich auf die Fläche von 0 m bis zur unteren Makrophytengrenze (UMG).

5.9.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen März und Oktober 2020 wurden 6 tiefenintegrierte Mischproben aus 0-6 m Tiefe entnommen. Der Wardersee bei Warder weist im Mittel moderat erhöhte Phytoplanktongehalte auf (Saisonmittel: $1,9 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ Biovolumen und $13,2 \mu\text{g l}^{-1}$ Chl.a). Es dominierten sehr ähnlich wie im benachbarten oberhalb liegenden Brahmsee bis zum Sommer v.a. Bacillariophyceen (Kieselalgen) und Cryptophyceen (Schlundalgen), während im Sommer und Herbst Dinophyceen (Hornalgen) und Cyanobakterien verstärkt hervortraten (Abb. 49). Insgesamt wurden 73 verschiedene Taxa identifiziert.

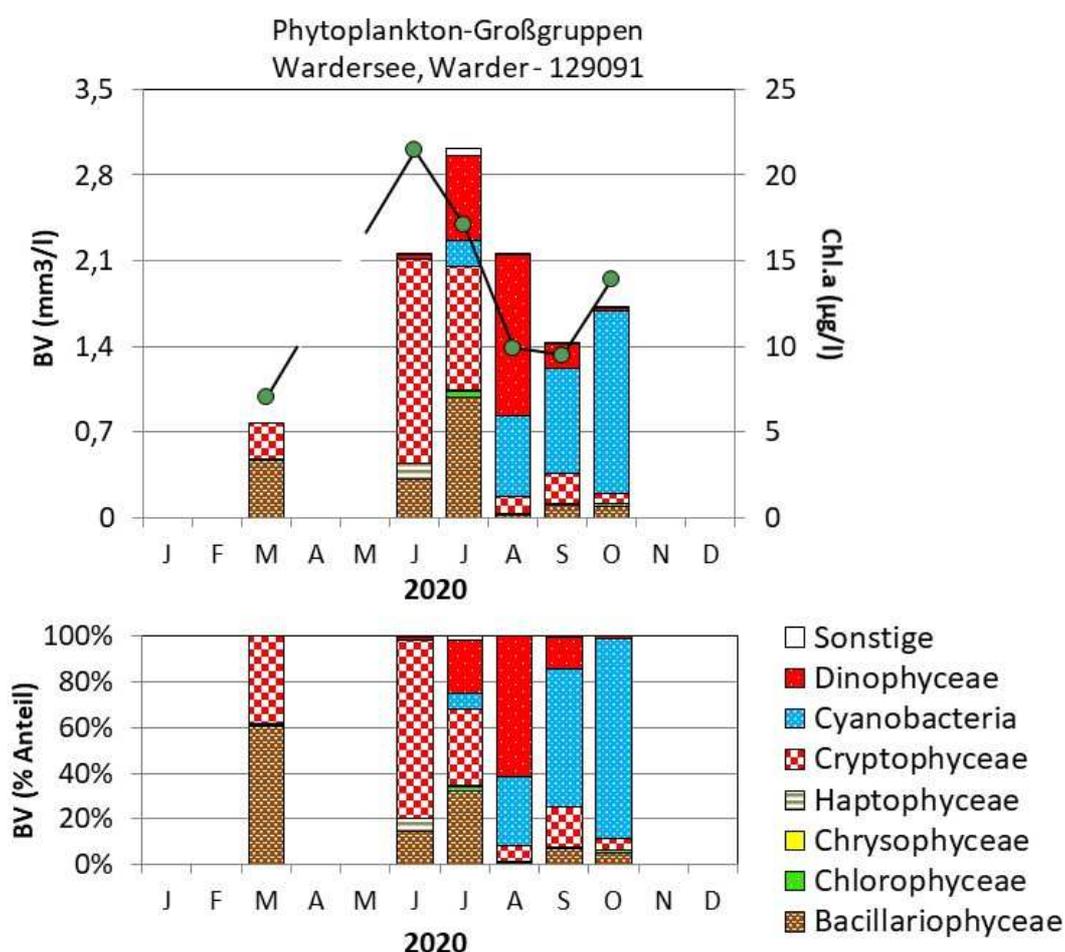


Abb. 49: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Wardersees, Warder, im Jahr 2020. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Im März war die centriscie Kieselalgen-Art *Stephanodiscus neoastraea* mit 45 % Anteil an der Gesamtbioasse das Haupttaxon, ähnlich wie im Brahmsee.

Die nächste Probe wurde Mitte Juni entnommen. Bei deutlich höheren Biomassen dominierten fast ausschließlich Schlundalgen mit *Rhodomonas lacustris* und der Artengruppe *Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus*. Sie blieben bis zum Juli weiterhin stark vertreten. Hinzu traten im Juli bei weiter steigenden Biomassen erstmalig Dinoflagellaten mit der Hauptart *Ceratium hirundinella*. Die Biomasse der Dinoflagellaten nahm bis Ende August zu, wobei

neben *C. hirundinella* die Arten *C. furcoides* und *Peridiniopsis polonicum* hinzutraten, sehr ähnlich wie im Brahmsee.

Gleichzeitig begann ab August eine deutliche Zunahme der Cyanobakterien, wobei hier ausgeprägt die Gattung *Microcystis* mit der Hauptart *M. aeruginosa* dominierte. Diese Art und die Gattung *Microcystis* insgesamt nahm in der Biomasse bis zum Oktober stetig zu.

Beide Hauptgattungen des Sommers. *Ceratium* und *Microcystis* gehören nach REYNOLDS (2006) im Epilimnion von eutrophen Seen zur gleichen funktionellen Gruppe (weiteres dazu siehe Kap. 5.5.1 Brahmsee).

5.9.2 Ergebnisse Zooplankton

Der Wardersee wurde vom 24.03. bis zum 14.10.2020 an insgesamt 6 Terminen auf das Zooplankton untersucht. Insgesamt wurden 39 Arten sowie höhere Taxa des Metazooplanktons festgestellt (Rotifera – 20, Cladocera – 11 und Copepoda – 8). Darüber hinaus waren 6 Taxa aus der Gruppe der Protozoen sowie Larven der Dreikantmuschel (*Dreissena sp.*) in den Proben vorhanden. Als carnivore Arten konnten die Raubcladocere *Leptodora kindtii* und Larven der Büschelmücke *Chaoborus sp.* in geringen Individuendichten nachgewiesen werden.

Artenspektrum und Individuendichten

Tab. 35: Individuendichten der Rotatorien ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Rädertiere im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Rotatorien) im Wardersee, 2020.

Taxon	Datum					
	24.03.2020	11.06.2020	15.07.2020	27.08.2020	16.09.2020	14.10.2020
Rotatorien ges.	10,2	499,8	309,4	225,0	223,5	6,4
<i>Asplanchna priodonta</i>	-	-	-	-	 20	-
<i>Keratella cochlearis</i>	-	 21	 33	 25	-	 22
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	 22	-	-	-	-	-
<i>Pompholyx sulcata</i>	-	-	 25	 43	 49	 35
<i>Synchaeta</i>	-	 39	-	-	-	-
<i>Synchaeta pectinata</i>	 34	-	-	-	-	-

Die Individuendichte der Rädertierchen ist durchschnittlich im Vergleich zu den in Los 2 untersuchten Seen. Im Mittel waren 231 Ind./l (Mittelwert) vorhanden; die höchste Individuendichte wurde am 11.06.2020 mit 500 Ind./l dokumentiert. Aspekt bestimmend sind ganzjährig Facettenrädertierchen (*Keratella cochlearis*) und Schielaugenrädertiere (*Pompholyx sulcata*) vorhanden. Im zeitigen Frühjahr bilden verschiedene Arten der Gattung *Synchaeta* und *Polyarthra dolichoptera* bestandsprägende Individuendichten, am 16.09.2020 wurde *Asplanchna priodonta* in höheren Individuendichten registriert (Tab. 35).

Tab. 36: Individuendichten der Cladoceren ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Cladoceren im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Cladoceren) im Wardersee, 2020.

Taxon	Datum					
	24.03.2020	11.06.2020	15.07.2020	27.08.2020	16.09.2020	14.10.2020
Cladoceren ges.	0,9	37,1	14,6	19,6	47,8	224,3
<i>Bosmina coregoni coregoni</i>	 30	-	-	 44	 25	 75
<i>Daphnia (Daphnia) cucullata</i>	 40	 86	-	 30	 32	-
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	-	-	 64	 23	 32	-

Die Individuendichte der Cladoceren ist überdurchschnittlich hoch im Vergleich zu den in Los 1 untersuchten Seen, im Mittel waren 57 Ind./l (Mittelwert) in den Proben vorhanden. Die höchsten Individuendichten wurden mit 224 Ind./l im Herbst (14.10.2020) festgestellt. Große Cladoceren (verschiedene Arten und Hybriden der Gattung *Daphnia*) waren nur im März in hoher Diversität in der Probe vorhanden, das aspektbestimmende Taxon ist ganzjährig *Daphnia cucullata*, die kleinere Art unter den vorkommenden Daphnien. Darüber hinaus haben *Bosmina coregonii* (Im Frühjahr und im Herbst) sowie *Diaphanosoma brachyurum* (im Sommer) hohe Anteile an der Besiedelungsdichte (Tab. 36).

Tab 37: Individuendichten der Copepoden ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Copepoden im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Copepoden) im Wardersee, 2020.

Taxon	Datum					
	24.03.2020	11.06.2020	15.07.2020	27.08.2020	16.09.2020	14.10.2020
Copepoden ges.	26,9	125,4	99,9	130,0	161,6	95,5
Calanoida-Copepodid	-	 12	-	-	-	-
Calanoida-Nauplius	-	-	-	-	 30	-
Cyclopoida-Nauplius	 36	 42	 60	 79	 30	 33
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	-	-	 11	-	-	 11
<i>Thermocyclops oithonoides</i>	 40	 23	 16	-	 12	 33

Die Individuendichte der Copepoden ist durchschnittlich im Vergleich zu den in Los 2 untersuchten Seen, im Mittel waren 107 Ind./l (Mittelwert) im Plankton vorhanden. Der Maximalwert liegt bei 162 Ind./l (16.09.2020). Innerhalb der Cyclopoida sind *Thermocyclops oithonoides*, *T. crassus* und *Mesocyclops leuckartii* besonders stetig vorhanden, *Thermocyclops oithonoides* hat dabei vergleichsweise hohe Anteile an der Individuendichte. Calanoide Copepoden sind mit *Eudiaptomus graciloides* und *E. gracilis* ebenfalls ganzjährig im Zooplankton vorhanden mit geringeren Individuendichten und Biomassen im Vergleich zu den Cyclopoida (Abb. 37).

Biomasse

Die **Biomasse** des Metazooplanktons im Wardersee ist mit durchschnittlichen 287 µg/l (Mittelwert) bzw. 217 µg/l (Median) niedrig; nach TGL 27885/01 (1982) ergäbe sich eine Einstufung in den mesotrophen / schwach eutrophen Bereich (siehe dazu Methodik Kap.4.5). Starke Massenbildner sind Cladoceren; ihr durchschnittlicher Anteil an der Zooplanktonbiomasse liegt bei 43%, höchste Biomasseanteile werden vor allem im Herbst gebildet. Der Anteil cyclopoider Copepoden beträgt durchschnittlich 35%, Calanoide bilden im Mittel 18% der Biomasse. Der Anteil der Rotatorien ist mit durchschnittlichen 4% sehr gering (Abb. 50).

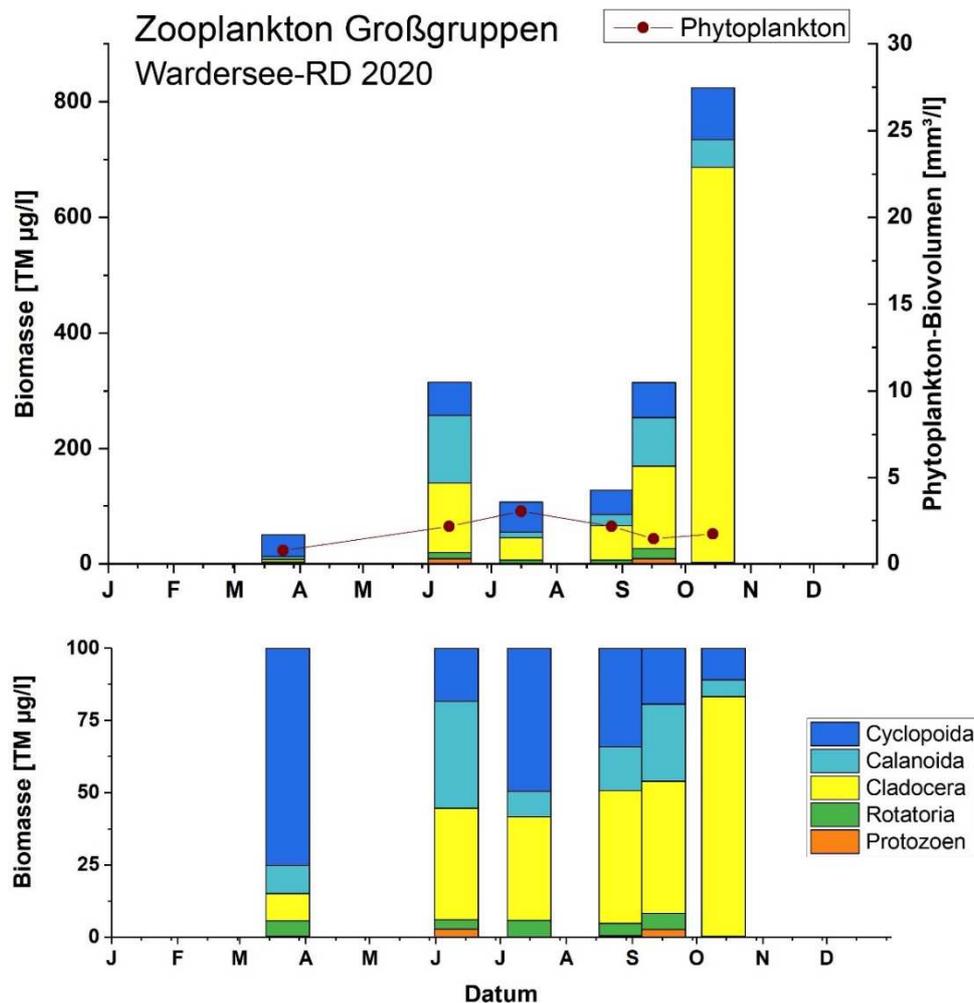


Abb. 50: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Punkt-Linie) für den Warder See im Jahr 2020. Oben: Absolute Biomassegehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

Nahrungsnetz nach PhytoLoss

Grazing und Nahrungslimitation

Die Futterqualität liegt fast ganzjährig auf geringem Niveau, bedingt durch die hohen Anteile schlecht fressbarer Dinoflagellaten und Cyanobakterien. Der höchste Anteil fressbaren Phytoplanktons wurde im Juni (11.06.2020) registriert (46%). Der Futterqualitätsindex (FQI) beträgt 2,1; für Cladoceren sind die Nahrungsgrundlagen bezogen auf das Phytoplankton noch ungünstiger, für den FQIC wurde ein Wert von 1,4 ermittelt. Der Gesamt-Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse (Z/P) ist durchschnittlich; der Umsatz der für die Cladoceren verwertbaren Algenklassen ist dagegen hoch. Im PhytoLoss-Verfahren werden Grazing-Effektklassen von 4 (Z/P), 6 (CGI) und 5 (MGI) ausgewiesen (Abb. 51, Abb. 52).

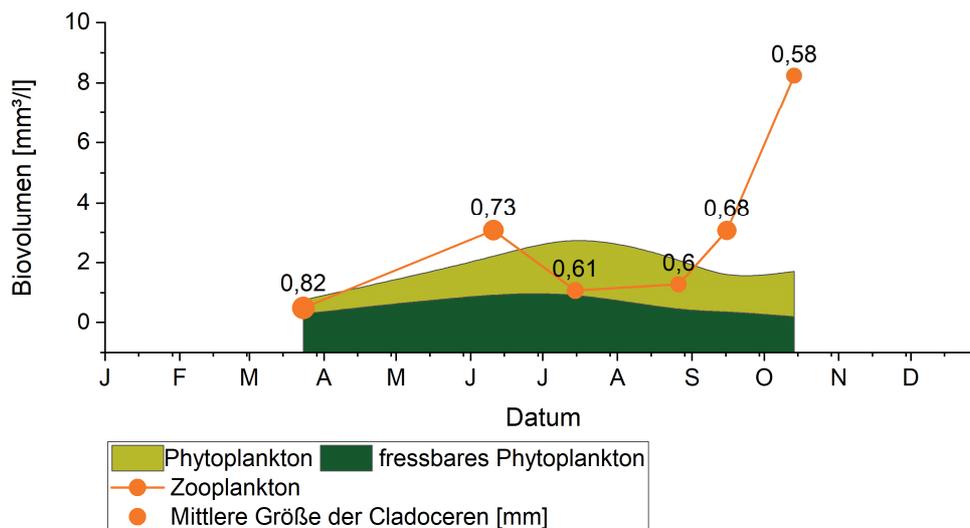


Abb. 51: Nahrungsgrundlagen, unterteilt in gesamtes Phytopl. und fressbares Phytopl. (als Phytoplanktonbiovolumen), Zooplanktonbiovolumen und mittlere Größe der Cladoceren für den Warder See im Untersuchungszeitraum 2020

Prädation

Der Cladoceren-Größenindex (**GIC**) ist ganzjährig niedrig, er liegt im Sommer und bezogen auf den gesamten Untersuchungszeitraum bei jeweils 3,0 µg/Ind (Medianwerte). Die mittlere Körpergröße der Cladoceren beträgt im zeitigen Frühjahr um 0,8 mm, an allen anderen Untersuchungsterminen waren die Tiere im Mittel zwischen 0,6 und 0,7 mm groß. Von den Daphnien als besonders effektive Planktonfiltrierer ist vor allem *Daphnia cucullata* als kleinere Art unter den Daphnien stetig und aspektbestimmend vorhanden; ganzjährig haben aber auch noch kleinere Arten wie *Bosmina coregonii* und *Diaphanosoma brachyurum*, hohe Anteile an der Individuendichte der Cladoceren. Ein moderater Fraßdruck planktivorer Fische auf die größeren Cladoceren ist sehr wahrscheinlich. Der über das PhytoLoss Verfahren errechnete **FPI** indiziert mit Effektklasse 4 durchschnittliche Fischfraß-Effekte

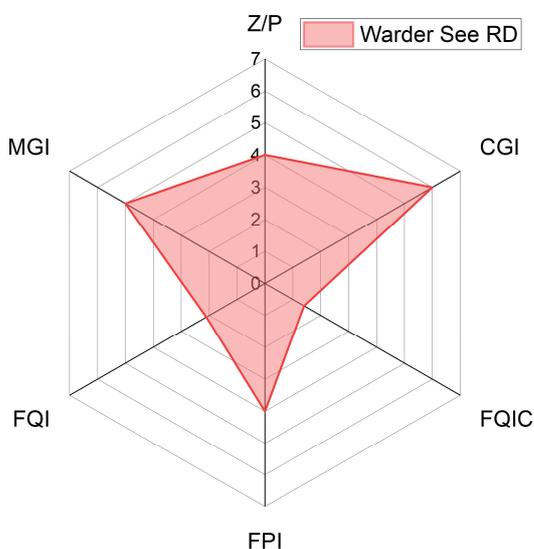


Abb. 52: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Warder See im Jahr 2020.

5.9.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Wardersee, Warder

5.9.3.1 Trophie und Phytoplankton

Für die Diskussion wurden Altdaten zur Trophie und zum Phytoplankton der letzten 2 untersuchten Jahre 2005 und 2010 mit einbezogen (ARP & DENEKE 2006; ARP, KASTEN & MAIER 2011), wobei beim Phytoplankton der Bearbeiter stets der gleiche war.

Brahmsee und Wardersee sind direkt benachbarte Seen des gleichen Planktontyps 11.1, wobei der Brahmsee in den halb so großen Wardersee fließt, der zudem etwas flacher ist (mittlere Tiefe 4,3 m) und eine 3fach kürzere theor. Verweilzeit aufweist. Beide Flachseen zeigen sehr ähnliche Planktonstrukturen, sowohl in der Artenzusammensetzung als auch im Phytoplanktongehalt. Ursache dafür ist, dass durch den Zufluß vom Brahmsee phasenweise im Winter/Frühjahr das Wasser des Wardersees, in wenigen Wochen ausgetauscht wird.

Der Wardersee weist ebenso wie der Brahmsee eine meist fehlende oder schwache sommerliche Schichtung auf. Das Epilimnion ist in der Tendenz weniger groß als im tieferen Brahmsee. Meistens ist jedoch mindestens auch im Wardersee im Sommerhalbjahr etwa 50 % der Seefläche voll durchmischt.

Entsprechend sind in diesem hoch eutrophen See die Phosphorgehalte insgesamt hoch, bis zum Frühsommer meist eher moderat erhöht und danach ab Spätsommer/Frühherbst sehr hoch ($>> 0,1$ mg/l TP), mit meist hohem Anteil von gelöstem P im März und Spätsommer/Herbst. Dies gilt wie beim Brahmsee für alle Jahre außer 2005, wo es auch nur Daten bis Sept. gibt und kein spätsommerlicher P-Anstieg zu beobachten ist (Abb. 53).

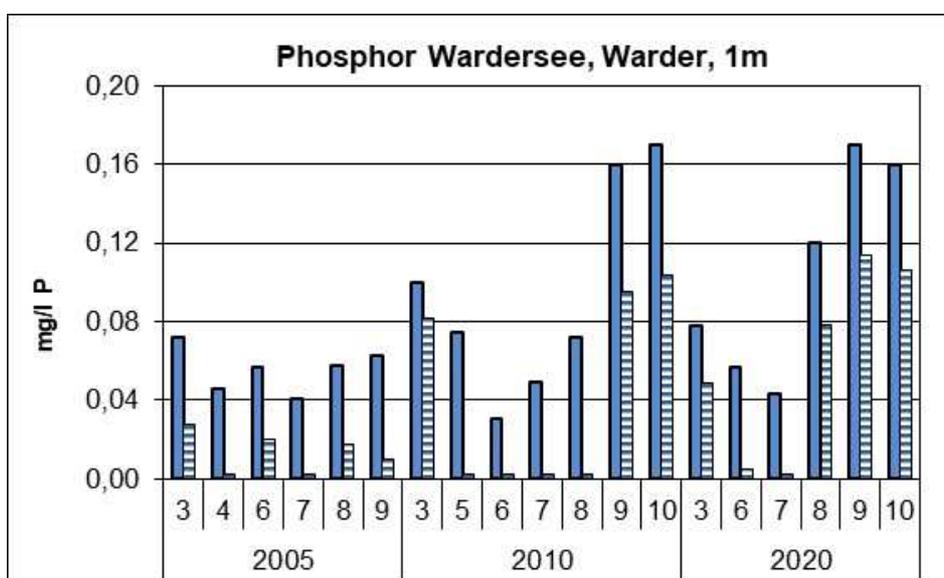


Abb. 53: Phosphor im Wardersee, Warder, in 1 m Tiefe in den Jahren 2005, 2010 und 2020: Gesamtphosphor (blau) und gelöstes anorganisches Phosphat (waggerecht gestrichelt) (Chemiedaten vom LLUR).

Der Phosphor wird in allen untersuchten Jahren außer 2005 (deutlich geringere P-Gehalte) ähnlich schwach wie im Arenholzer See, Brahmsee und Bistensee in Phytoplanktonbiomasse

umgesetzt (Chl.a/TP 2014: 0,22; 2020: 0,18), daher in allen Jahren die „gute“ Bewertung mittels PSI.

Mögliche Steuergrößen und limitierende Faktoren des Phytoplanktonwachstums

- **Submerse:** Ein Einfluß der vorhandenen submersen Makrophyten und des darauf befindlichen Algenaufwuchses ist von allen hier besprochenen 11.1er Seen am ehesten im Wardersee möglich. Im Wardersee (mittlere Tiefe 4,3 m) dominiert v.a. *Elodea nuttallii*. Die untere Makrophytengrenze lag 2020 im Mittel bei 3,0 m. Der Deckungsgrad lag im Mittel bei 50 % bis zur unteren Makrophytengrenze und damit um Faktor 2 höher als im benachbarten Brahmsee (BIOTA 2021a). Nach SONDERGAARD et al. (2017) sinkt der Umsatz Chl.a/TP bei einem Deckungsgrad > 20 % der gesamten Seefläche relativ deutlich ab. Die 50 % Bedeckung bis zur unteren Makrophytengrenze im Wardersee entspricht etwa 17-18 % Deckung der Seefläche. Die Submersen waren 2020 stärker ausgeprägt als im zuletzt untersuchten Jahr 2017, gleichzeitig war der Umsatz Chl.a/TP 2020 geringer als 2017. Ein Einfluß der Submersen auf das Phytoplankton ist auch durch **Allelopathie** möglich (siehe dazu Disk. Arenholzer See Kap. 5.3.3).
- **Lichtmangel:** Das Lichtdargebot im Wasserkörper ist etwas besser als im Brahmsee, aber auch deutlich schwächer als im Arenholzer See¹⁴, so dass hier phasenweise Lichtlimitierung möglich ist.
- **Phosphormangel:** Alljährlich an einzelnen Terminen wurde potenzieller Phosphormangel an 9 Terminen in den 3 Jahren festgestellt (SRP < 10 µg/l) (Abb. 26).
- Möglicher **Stickstoffmangel** wurde in den 4 untersuchten Jahren nur an 2 Tagen im Hochsommer festgestellt (DIN << 100 µg/l und DIN/TP (Gewichtsbasis) < 1).
- Das **Zooplankton** mit seinem Fraßdruck auf das Phytoplankton profitiert prinzipiell von zahlreichen Unterwasserpflanzen, da diese tagsüber Schutz vor zooplanktivoren Fischen bieten. In Makrophyten-reichen Gewässern überwiegen zudem eher größere Cladoceren (HUSSNER et al. 2014), die sehr effizient in der Filtrierleistung sind. Die Zooplanktonbiomasse im Wardersee liegt 2020 im Vergleich mit den anderen Flachseen eher im oberen Bereich, der Größenindex der Cladoceren (GIC) ist jedoch niedrig (Kap. 5.1.3).

Phytoplanktongruppen- und -taxa

Insgesamt ist die jahreszeitliche Entwicklung in den 3 untersuchten Jahren sehr ähnlich wie im Brahmsee, wobei einzelne Sommerpeaks im Brahmsee ausgeprägter sind. Alljährlich wird der Wardersee einerseits bis in den Sommer hinein durch Bacillariophyceen geprägt, durch Centrales und Pennales in ähnlicher Dominanz. Im Hochsommer und Frühherbst wird das Phytoplankton zunehmend durch die Blaualge *Microcystis* geprägt, meist *M. aeruginosa*. *Ceratium* tritt deutlich weniger auf. Dies ist sehr ähnlich zum Brahmsee. Das jeweilige dominante Auftreten einzelner Arten und Gruppen hängt bei diesen schwach polymiktischen Seen u.a. stark von den Witterungsbedingungen und in der Folge der Mixis ab (Abb. 54)

¹⁴ Zeu = euphot. Zone, Zmix = durchmischte Tiefe. Der Quotient Zeu/Zmix als Maß für die Lichtdurchlässigkeit im Wasserkörper ist im Saisonmittel der 3 Jahre im Wardersee 0,9 – 1,1 (bei Volldurchmischung wurde die mittlere Tiefe genommen).

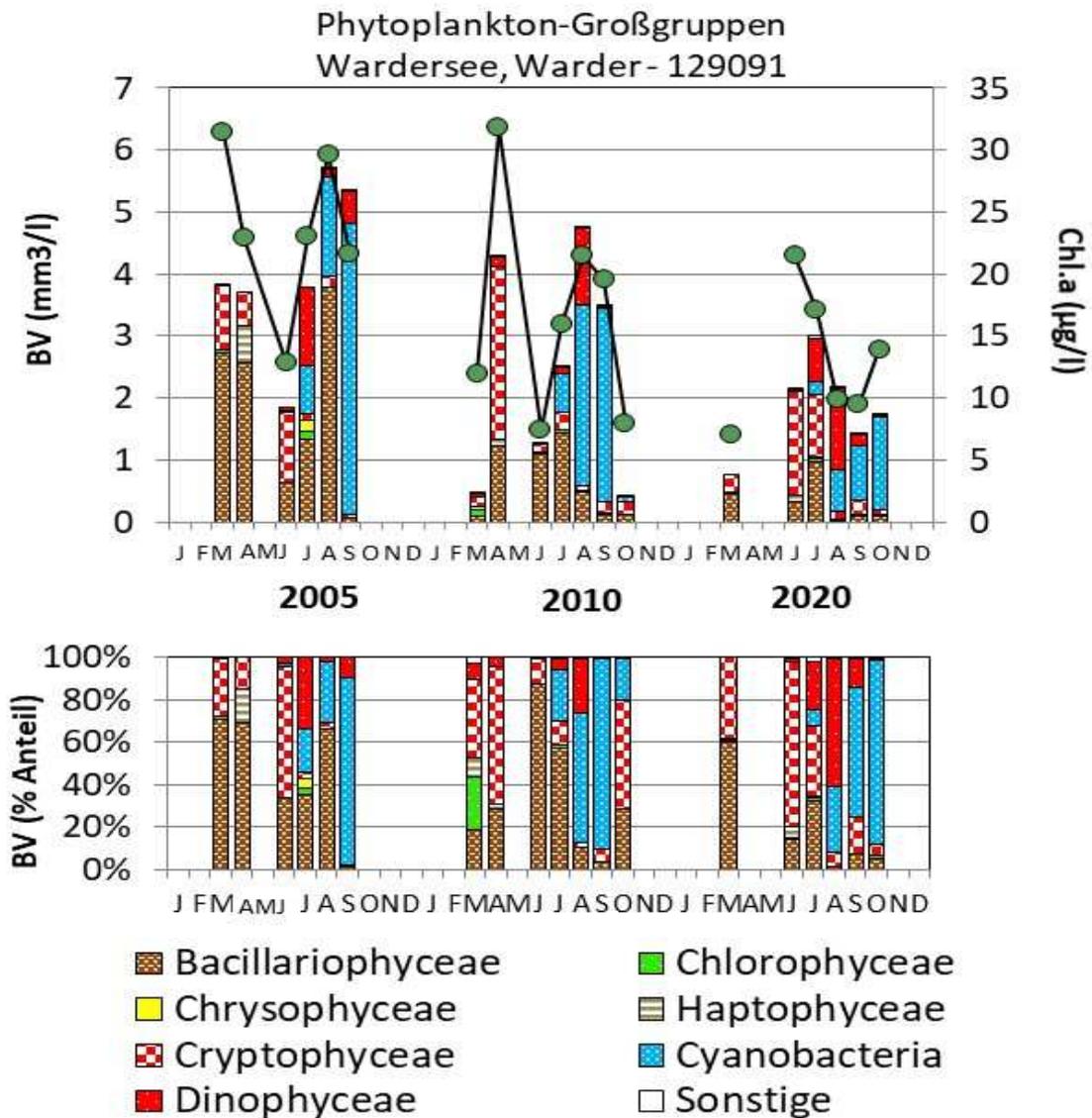


Abb. 54: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Wardersees im Jahr 2005, 2010 und 2020. In jeder Grafik jeweils oben: Absolute Biovolumina, jeweils unten: Prozentuale Anteile.

Trophieindex und PhytoSee-Bewertung

Der See wurde bezüglich der Trophie in allen 3 Jahren stets europäisch 2 eingestuft, wobei die P-Gehalte seit 2005 zunahmen und die Chl.a-Gehalte und Biovolumina und auch der Umsatz Chl.a/TP abnahmen (Tab. 38).

Im Rahmen der EU-WRRL wurde der Wardersee bei Warder mittels der Qualitätskomponente Phytoplankton in allen Jahren stets „gut“ eingestuft (PSI-Daten im Zusammenhang siehe Kap. 5.2.1). Ursache für die Bewertung 2020 ist die relativ niedrige Biomasse und die sehr gute Bewertung anhand des Algenklassenmetrik (1,03). Die Einstufung 2020 ist vor dem Hintergrund der nur mäßig erhöhten Biomassen und relativ moderater Blaualgenbiomassen plausibel (Tab. 38).

Der See wies 2010 und 2020 bei den Teilmetrices die stets schlechteste Bewertung des Sees anhand des PTSI auf.

Tab. 38: Vergleich wichtiger Parameter (Saisonmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie 2020 im Vergleich mit früheren Jahren für den Wardersee, Warder.- Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor.

Wardersee, Warder (Saisonmittelwerte)	TP (1 m) (mg/l)	Sicht- tiefe (m)	Chl a (Z _{integr.}) (µg/l)	PP BV (Z _{integr.}) (mm ³ /l)	Trophie-Index (LAWA 2014)	PSI ohne Di-Prof (PhytoSee 7.1)
2005	0,056	1,4	23,6	4,1	3,22 (e2)	2,35
2010	0,094	1,5	16,6	2,5	3,25 (e2)	2,11
2020	0,105	1,7	13,1	1,9	3,11 (e2)	1,63

5.9.3.2 Zooplankton

Für die Diskussion wurden Altdaten zum Zooplankton aus dem Jahr 2005 und 2010 mit einbezogen (ARP & DENEKE 2006; ARP, KASTEN & MAIER 2011), die Zooplanktonuntersuchungen 2005 wurden von Rainer Deneke durchgeführt.

Im Vergleich zu den 2010 durchgeführten Untersuchungen ist die Biomasse des Zooplanktons deutlich geringer und wurden für den Cladoceren-Größenindex niedrigere Werte ermittelt. Der Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse liegt anders als beim Trammer See ebenfalls deutlich unter dem 2010 festgestellten Wert.

Die saisonale Sukzession des Zooplanktons verläuft ähnlich der von 2010, das Verhältnis zwischen *Daphnia galeata* / *Daphnia hyalina* und *Daphnia cucullata* ist jedoch in Richtung *D. cucullata* verschoben. Die geringere Biomasse des Zooplanktons steht sicher im Zusammenhang mit den geringeren Phytoplanktonbiovolumina 2020 (bei ähnlicher Futterqualität); für die Verminderung des Größenindex bei den Cladoceren muss auch ein zunehmender Fraßdruck durch Fische diskutiert werden (Abb. 55).

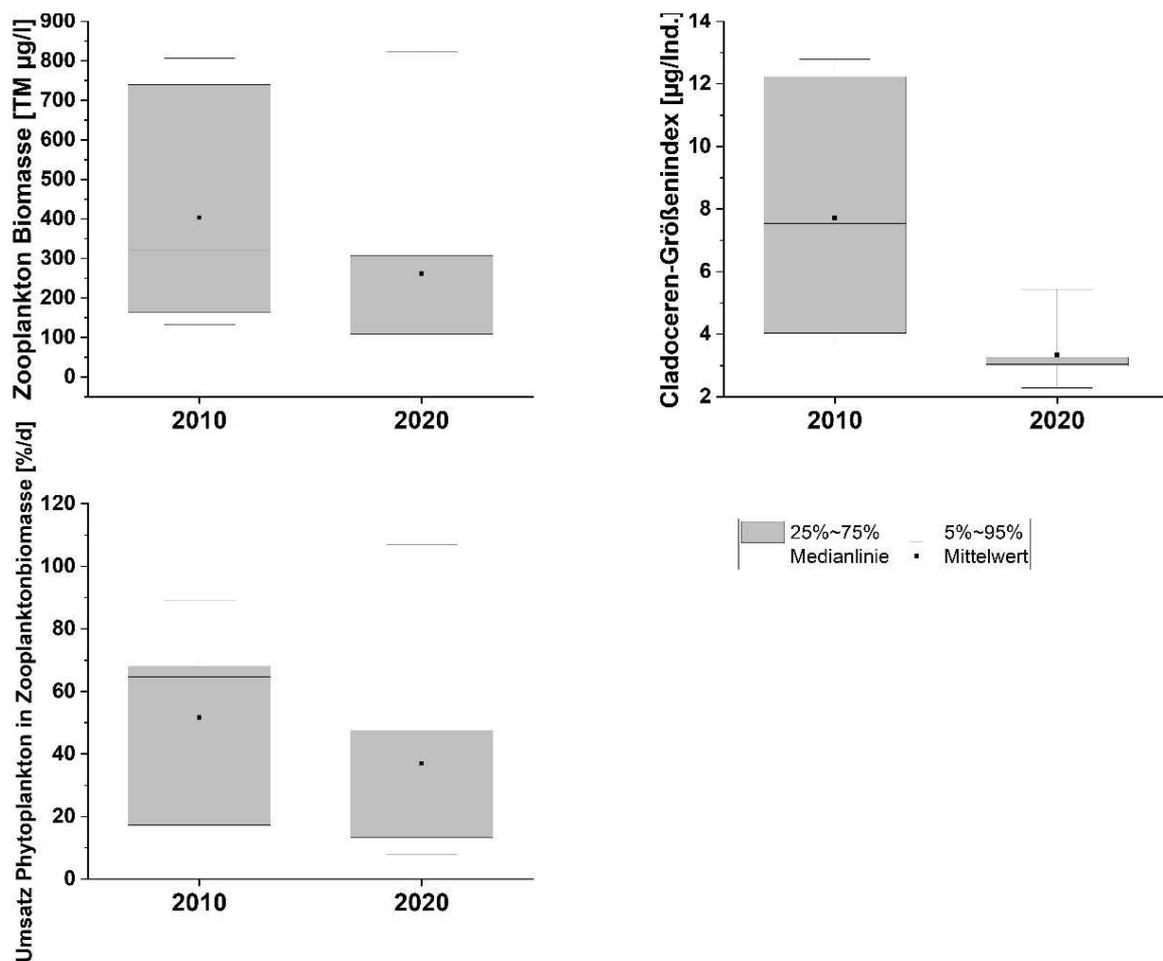


Abb. 55: Zooplankton-Biomasse (oben links), GIC (oben rechts) und Z/P (unten links) im Jahresvergleich für den Wardersee RD

6 Literatur

- 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. (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.- LLUR Bericht, 1 – 103 + Anhang.
- Arp, W. & Maier, G. (2017): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2016.- LLUR Bericht, 1 – 107 + Anhang.
- Arp, W., U. Michels & G. Maier (2018): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2017.- LLUR Bericht Los2, 1 – 123 + 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 (2014): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos für WRRL und FFH-RL in schleswig-holsteinischen Seen, 2013, Los 2 - Endbericht im Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume: 1 – 110 + Anhang.
- Biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH (2021a): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos für WRRL und FFH-RL in schleswig-holsteinischen Seen, 2020, Los 4 - Endbericht im Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume: 1 – 63 + Anhang.
- Biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH (2021b): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos für WRRL und FFH-RL in schleswig-holsteinischen Seen, 2020, Los 3 - Endbericht im Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume: 1 – 77 + Anhang.
- 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.
- Chorus I., A. Köhler, C. Beulker, J. Fastner, K. van de Weyer, T. Hegewald & M. Hupfer (2019): Decades needed for ecosystem components to respond to a sharp and drastic phosphorus load reduction.- Hydrobiologia <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04450-4>: 31 Seiten.
- Chorus I. & E. Spijkerman (2020): What Colin Reynolds could tell us about nutrient limitation, N:P ratios and eutrophication control.- Hydrobiologia: <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04377-w>: 17 Seiten.
- 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.
- Feibicke, M. (1994): Strukturelle und funktionelle Studien zum Phytoplankton und Zooplankton in einer hypertrophen Brackwasserförde (Innere Schlei, Westliche Ostsee). In: *Dissertationes Botanicae*, Band 225. J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin - Stuttgart 1994.
- 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
- 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.
- Jeppesen E., M. Søndergaard, E. Kanstrup, B. Petersen, R.B. Eriksen, M. Hammershøj, E. Mortensen, J.P. Jensen & A. Have (1994): Does the impact of nutrients on the biological structure and function of brackish and freshwater lakes differ?. *Hydrobiologia* 275/276: 15-30.
- Jensen J.P., E. Jeppesen E., K. Orlík & P. Kristensen (1994): Impact of Nutrients and physical factors on the shift from cyanobacterial to chlorophyte dominance in shallow Danish lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Vol. 51: 1692-1698.
- 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
- Komárek, J. & K. Anagnostidis (1998): Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales.- Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 19/1. Gustav Fischer Verlag. Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm: 1 - 548.
- 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 (1999): Wardersee: Zustand und Belastungsquellen Wardersee.- Bericht des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein: 1 – 111.
- LANU (2000) Seenkurzprogramm 1997: Arenholzer See, Brahmsee, Wardersee, Selker Noor, Haddebyer Noor, Hemelmarker See, Klenzauer See.- 1 – 108 + Anhang.
- LANU (2001): Seenkurzprogramm 1998: Bordscholmer 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 (Grebín), 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.
- LAWAKÜ (1993): Die Seen der oberen Schwentine.- Bericht des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein: 1 – 199 + Anhang.
- 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.
- NITROLIMIT (2014) – Stickstofflimitation in Binnengewässern: Ist Stickstoffreduktion ökologisch sinnvoll und wirtschaftlich vertretbar? Abschlussbericht des BMBF-Verbundprojekts NITROLIMIT I, Mai 2014. BTU Cottbus-Senftenberg, Lehrstuhl Gewässerschutz (Hrsg.). Bad Saarow. 208 Seiten.
- NITROLIMIT (2016) – Stickstofflimitation in Binnengewässern: Ist Stickstoffreduktion ökologisch sinnvoll und wirtschaftlich vertretbar? Positionspapier, BTU Cottbus-Senftenberg, Lehrstuhl Gewässerschutz (Hrsg.) in Bad Saarow: 1 - 48.
- 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 Phytoplanktonbiozöosen 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 trophy. *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
- Ruttner-Kolisko, A. (1977): Suggestion for biomass calculation of plankton rotifers. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*: 71 – 76.
- 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.

- 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.
- Speth, B. & Speth (2001): Untersuchung des Phyto- und Zooplanktons aus 21 Seen Schleswig-Holsteins.- Kurzbericht im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein: 1 – 60.
- Speth & Speth (2002): Untersuchung des Phyto- und Zooplanktons aus 13 Seen Schleswig-Holsteins. WRRL-Sonderprogramm 2002. LANU Bericht, 52 pp.
- 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., (2001): Die Vegetation des Bistensees, des Bothkamper Sees, des Langsees, des Mözener Sees, des Pohlsees des Sankelmarker Sees, des Schwansener Sees, des Schöhsees und des Südensees. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.- 1 – 148 + Anhang.
- Stuhr, J., van de Weyer, K. et. al. (2017): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten für die WRRL- und FFH-Richtlinie in schleswig-holsteinischen Seen, 2017. Vegetation des Behler Sees, des Blankensees, des Dieksees, des Grebiner Sees, des Kellersees, des Kleinen Plöner Sees und des Trammer Sees im Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume. Kiel. P162 + 1 DVD
- Stuhr, J., van de Weyer, K. et. al (2020): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten für die WRRL-und FFH-Richtlinie in schleswig-holsteinischen Seen. Vegetation des Behlendorfer Sees, des Bültsees, des Garrensees, des Großen Plöner Sees, des Großen Pönitzer Sees, des Großen Segeberger Sees, des Ihlsees (Krs. Segeberg), des Kollsees, des Langsees (Kosel), des Pinnsees, des Schluensees, des Suhrer Sees und des Wittensees im Auftrag des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume. Kiel. P278+ Anhang + 1 CD.
- 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. *Limnologia* 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 Scardiidae. 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 7 untersuchten Seen 2020, Los 2 (Datenquelle: LLUR). Erläuterungen: VQ = Volumenquotient = oberird. Einzugsgebietsfläche / Seevolumen. *: Seetyp nach MATHES et al. (2005) für Seen > 50 ha). ** Planktontyp nach MISCHKE & NIXDORF (2008).	9
Tab. 2:	Auflistung der 7 untersuchten Messstellen 2020 mit den See- und Messstellen-Nummern. (Quelle: LLUR). Die Seen sind alphabetisch geordnet.	9
Tab. 3:	Gewichtungsfaktoren zur Ermittlung des deutschen Phyto-Seen-Index (PSI) für natürliche Seen des Tieflands (MISCHKE et al. 2015, PhytoSee 7.0).....	16
Tab. 4:	Indexwerte und entsprechende Einstufung in ökologische Zustandsklassen für die Teilmetrics und den PSI	16
Tab. 5:	Jahresmittelwerte wichtiger limnologischer Parameter der See- Messstellen 2020, Los 2. *: Planktontyp nach MISCHKE & NIXDORF (2008).....	19
Tab. 6:	Das Zooplankton in den untersuchten Seen 2019, Los 2 – Übersicht. Abkürzungen: Are = Arenholzer See, Bis = Bistensee, Bra = Brahmsee, Süs = Süseler See, Tra = Trammer See; Ukl = Ukleisee; War = Wardersee- RD.....	24
Tab. 7:	Gesamtbewertung (PSI ohne DI-PROF) und mittlere Anzahl der Indikatorarten für 7 Seen in Schleswig-Holstein, Los 2, für das Jahr 2020 (Programmversion PhytoSee 7.1).	28
Tab. 8:	Bewertung (PSI und Einzelmetrics) für 7 Seen in Schleswig-Holstein, Los 2, für das Jahr 2020 (Programmversion PhytoSee 7.1).	29
Tab. 9:	Überblick über die mittels des Moduls PhytoLoss errechneten Indices für die Seen S.-H. 2020, Los 2- Sommersituation (24.06.-07.10.). GES – Grazing- Effekt-Stärke (gesamt-Index), orange – gering, gelb – mittel, grün – stark, blau – sehr stark; FAG-MMI – fachgutachterlicher Multimetrischer Index.....	30
Tab. 10:	Individuendichten der Rotatorien ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Rädertiere im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Rotatorien) im Arenholzer See, 2020.	34
Tab. 11:	Individuendichten der Cladoceren ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Cladoceren im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Cladoceren) im Arenholzer See, 2020.	34

Tab 12: Individuendichten der Copepoden ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Copepoden im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Copepoden) im Arenholzer See, 2020.	34
Tab. 13: Vergleich wichtiger Parameter (Saisonmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie 2020 im Vergleich mit früheren Jahren für den Arenholzer See, tiefste Stelle.-	39
Tab. 14: Individuendichten der Rotatorien ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Rädertiere im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Rotatorien) im Bistensee, 2020.....	44
Tab. 15: Individuendichten der Cladoceren ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Cladoceren im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Cladoceren) im Bistensee, 2020.	44
Tab 16: Individuendichten der Copepoden ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Copepoden im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Copepoden) im Bistensee, 2020.	44
Tab. 17: Vergleich wichtiger Parameter (Saisonmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie 2020 im Vergleich mit früheren Jahren für den Bistensee, tiefste Stelle.-	51
Tab. 18: Individuendichten der Rotatorien ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Rädertiere im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Rotatorien) im Brahmsee, 2020.....	57
Tab. 19: Individuendichten der Cladoceren ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Cladoceren im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Cladoceren) im Brahmsee, 2020.....	57
Tab 20: Individuendichten der Copepoden ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Copepoden im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Copepoden) im Brahmsee, 2020.....	58
Tab. 21: Vergleich wichtiger Parameter (Saisonmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie 2020 im Vergleich mit früheren Jahren für den Brahmsee, tiefste Stelle.- Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor.....	63
Tab. 22: Individuendichten der Rotatorien ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Rädertiere im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Rotatorien) im Süseler See, 2020.	69
Tab. 23: Individuendichten der Cladoceren ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Cladoceren im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Cladoceren) im Süseler See, 2020.	69

Tab. 24: Individuendichten der Copepoden ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Copepoden im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Copepoden) im Süsseler See, 2020.	69
Tab. 25: Vergleich wichtiger Parameter (Saisonmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie 2020 im Vergleich mit früheren Jahren für den Süsseler See, tiefste Stelle.	75
Tab. 26: Individuendichten der Rotatorien ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Rädertiere im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Rotatorien) im Trammer See, 2020.	79
Tab. 27: Individuendichten der Cladoceren ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Cladoceren im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Cladoceren) im Trammer See, 2020.	79
Tab. 28: Individuendichten der Copepoden ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Copepoden im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Copepoden) im Trammer See, 2020.	79
Tab. 29: Vergleich wichtiger Parameter (Saisonmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie 2020 im Vergleich mit früheren Jahren für den Trammer See, tiefste Stelle.-	86
Tab. 30: Individuendichten der Rotatorien ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Rädertiere im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Rotatorien) im Ukleisee, 2020.	91
Tab. 31: Individuendichten der Cladoceren ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Cladoceren im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Cladoceren) im Ukleisee, 2020.	92
Tab. 32: Individuendichten der Copepoden ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Copepoden im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Copepoden) im Ukleisee, 2020.	92
Tab. 33: Vorkommen der Burgunderblutalge im Ukleisee 2013 und 2020. Vergleich der Probenahmetiefe mit dem Vorkommen der Alge (ermittelter Tiefenbereich des Hauptpeaks anhand von Vertikalprofilen mit der Fluoreszenzsonde der Fa. Moldaenke). Gelb markiert: DCM wurde durch die Probenahme nicht oder kaum erfasst.	96
Tab. 34: Vergleich wichtiger Parameter (Saisonmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie 2020 im Vergleich mit 2013 für den Ukleisee.-	98

Tab. 35: Individuendichten der Rotatorien ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Rädertiere im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Rotatorien) im Wardersee, 2020.	101
Tab. 36: Individuendichten der Cladoceren ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Cladoceren im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Cladoceren) im Wardersee, 2020.	102
Tab 37: Individuendichten der Copepoden ges. [Ind./l] und aspektbestimmende Copepoden im zeitlichen Verlauf (Angaben in % der Individuendichte der Copepoden) im Wardersee, 2020.	102
Tab. 38: Vergleich wichtiger Parameter (Saisonmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie 2020 im Vergleich mit früheren Jahren für den Wardersee, Warder.- Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor.	108

9 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Reihung der 7 Seen 2020, Los 2, hinsichtlich des Phytopl.-Biovol. (**oben**), Chl.a (**Mitte**), und Gesamtphosphor (TP) in 1 m Tiefe (**unten**), über den gesamten Untersuchungszeitraum 2020 durch ein Kastendiagramm (Boxplot): Mediane (roter Querstrich), 25- und 75%-Perzentil (Kasten) und Min- und Max-Werte (grüne Kreise). **Sortierung nach dem TP.**20
- Abb. 2: Beziehung von Gesamtphosphor (TP) in 1 m Tiefe zu Chl.a der 7 Seen, Los 2, für verschiedene Jahre (n = 24): Jeweiliges Saisonmittel eines Sees (Punkte), wobei die Seenjahre jedes Sees chronologisch miteinander verbunden sind. Drei Seen im **hellblau getönten** Bereich weisen eine engeren Chl.a-TP-Beziehung auf als die vier Seen im **hellrot getönten** Bereich. Die 2 Regressiongeraden entstammen LAWA 2014 (siehe Text).22
- Abb. 3: Durchschnittliche Abundanz-Anteile (**links**) sowie durchschnittliche Biomassen (Trockenmasse)-Anteile (**rechts**) der 4 taxonomischen Großgruppen des Zooplanktons: Mittelwert von allen 2020 untersuchten Seen, Los 2.....25
- Abb. 4: Durchschnittliche Biomassen (Trockengewichte) des Zooplanktons. Boxplots: Box – 25/75 Perzentile; Whisker – 5/95 Perzentile. **Abkürzungen:** Are = Arenholzer See, Bis = Bistensee, Bra = Brahmsee, Süs = Süseler See, Tra = Trammer See; Ukl = Ukleisee; War = Wardersee-RD.....25
- Abb. 5: Durchschnittlicher Cladoceren-Größenindex (GIC = MCM = mittlere Trockenmasse pro Individuum) der untersuchten Seen 2020, Los 2. Boxplots: Box - 25/75 Perzentile, Whisker – 5/95 Perzentile; **Abkürzungen:** Are = Arenholzer See, Bis = Bistensee, Bra = Brahmsee, Süs = Süseler See, Tra = Trammer See; Ukl = Ukleisee; War = Wardersee-RD.....26
- Abb. 6: Durchschnittlicher Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse (Z/P). **Abkürzungen:** Are = Arenholzer See, Bis = Bistensee, Bra = Brahmsee, Süs = Süseler See, Tra = Trammer See; Ukl = Ukleisee; War = Wardersee-RD.....27
- Abb. 7: Fressbares Phytoplankton. **Abkürzungen:** Are = Arenholzer See, Bis = Bistensee, Bra = Brahmsee, Süs = Süseler See, Tra = Trammer See; Ukl = Ukleisee; War = Wardersee-RD.....27
- Abb. 8: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Arenholzer Sees im Jahr 2020. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.....32

Abb. 9: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Punkt-Linie) für den Arenholzer See im Jahr 2020. <u>Oben</u> : Absolute Biomassegehalte. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.....	35
Abb. 10: Nahrungsgrundlagen, unterteilt in gesamtes Phytopl. und fressbares Phytopl. (als Phytoplanktonbiovolumen), Zooplanktonbiovolumen und mittlere Größe der Cladoceren für den Arenholzer See im Untersuchungszeitraum 2020	36
Abb. 11: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Arenholzer See im Jahr 2020.	36
Abb. 12: Nährstoffe im Arenholzer See in 1 m Tiefe in den Jahren 2004, 2014 und 2020. Oben : Gesamtphosphor (blau) und gelöstes anorganisches Phosphat (waggerecht gestrichelt). Unten : $\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N} = \text{DIN}$ (Säulen) und Quotient DIN/TP (Linie mit Raute). Die rote Linie entspricht 0,1 mg/l DIN bzw. einem DIN/TP -Quotienten von 1,0, unterhalb dessen eine N-Limitierung wahrscheinlich ist (Chemiedaten vom LLUR).....	38
Abb. 13: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Arenholzer Sees für die Jahre 2004, 2014 und 2020. <u>Oben</u> : Absolute Biovolumina. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.	40
Abb. 14: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Bistensees im Jahr 2020. <u>Oben</u> : Absolute Biovolumina. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.....	42
Abb. 15: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Punkt-Linie) für den Bistensee im Jahr 2020. <u>Oben</u> : Absolute Biomassegehalte. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.	45
Abb. 16: Nahrungsgrundlagen, unterteilt in gesamtes Phytopl. und fressbares Phytopl. (als Phytoplanktonbiovolumen), Zooplanktonbiovolumen und mittlere Größe der Cladoceren für den Bistensee im Untersuchungszeitraum 2020	46
Abb. 17: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Bistensee im Jahr 2020.....	47
Abb. 18: Phosphor im Bistensee in 1 m Tiefe in den Jahren 2005, 2011, 2014, 2017 und 2020: Gesamtphosphor (blau) und gelöstes anorganisches Phosphat (waggerecht gestrichelt) (Chemiedaten vom LLUR).	48
Abb. 19: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Bistensees für die Jahre 2005, 2011, 2014, 2017 und 2020. <u>Oben</u> : Absolute Biovolumina. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.	49

Abb. 20: Biomasse der Zooplankton-Großgruppen des Bistensees für die Jahre 2011, 2014, 2017 und 2020. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.....	52
Abb. 21: Zooplankton-Biomasse (oben links), GIC (oben rechts), Z/P (unten links) und Phytoloss-Indizes (unten rechts) und im Jahresvergleich für den Bistensee	53
Abb. 22: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Brahmsees im Jahr 2020. <u>Oben</u> : Absolute Biovolumina, <u>unten</u> : Prozentuale Anteile.	55
Abb. 23: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Punkt-Linie) für den Brahmsee im Jahr 2020. <u>Oben</u> : Absolute Biomassegehalte. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.....	58
Abb. 24: Nahrungsgrundlagen, unterteilt in gesamtes Phytopl. und fressbares Phytopl. (als Phytoplanktonbiovolumen), Zooplanktonbiovolumen und mittlere Größe der Cladoceren für den Brahmsee im Untersuchungszeitraum 2020	59
Abb. 25: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Brahmsee im Jahr 2020.....	60
Abb. 26: Phosphor im Brahmsee in 1 m Tiefe in den Jahren 2005, 2010, 2014 und 2020: Gesamtphosphor (blau) und gelöstes anorganisches Phosphat (waagrecht gestrichelt) (Chemiedaten vom LLUR).	61
Abb. 27: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Brahmsees für die Jahre 2005, 2010, 2014 und 2020. <u>Oben</u> : Absolute Biovolumina. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.	62
Abb. 28: Biomasse der Zooplankton-Großgruppen des Brahmsees für die Jahre 2010, 2014 und 2020. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.....	64
Abb. 29: Zooplankton-Biomasse (oben links), GIC (oben rechts) und Z/P (unten links) im Jahresvergleich für den Brahmsee.....	65
Abb. 30: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Süseler Sees im Jahr 2020. <u>Oben</u> : Absolute Biovolumina. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.	67
Abb. 31: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Punkt-Linie) für den Süseler See im Jahr 2020. <u>Oben</u> : Absolute Biomassegehalte. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.....	70
Abb. 32: Nahrungsgrundlagen, unterteilt in gesamtes Phytopl. und fressbares Phytopl. (als Phytoplanktonbiovolumen), Zooplanktonbiovolumen und	

mittlere Größe der Cladoceren für den Süseler See im Untersuchungszeitraum 2020	71
Abb. 33: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Brahmsee im Jahr 2020.....	72
Abb. 34: Phosphor im Süseler See in 1 m Tiefe in den Jahren 2004, 2014 und 2020: Gesamtphosphor (blau) und gelöstes anorganisches Phosphat (waggerecht gestrichelt) (Chemiedaten vom LLUR).....	73
Abb. 35: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Süseler Sees für die Jahre 2004, 2014 und 2020. <u>Oben</u> : Absolute Biovolumina. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.....	73
Abb. 36: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Trammer Sees im Jahr 2020. <u>Oben</u> : Absolute Biovolumina. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.....	77
Abb. 37: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Punkt-Linie) für den Trammer See im Jahr 2020. <u>Oben</u> : Absolute Biomassegehalte. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.....	81
Abb. 38: Nahrungsgrundlagen, unterteilt in gesamtes Phytopl. und fressbares Phytopl. (als Phytoplanktonbiovolumen), Zooplanktonbiovolumen und mittlere Größe der Cladoceren für den Trammer See im Untersuchungszeitraum 2020	82
Abb. 39: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Trammer See im Jahr 2020.	82
Abb. 40: Phosphor im Trammer See in 1 m Tiefe in den Jahren 2005, 2009 (3 Termine), 2010, 2014 und 2020: Gesamtphosphor (blau) und gelöstes anorganisches Phosphat (waggerecht gestrichelt) (Chemiedaten vom LLUR).....	83
Abb. 41: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Trammer Sees für die Jahre 2005, 2010, 2014 und 2020. <u>Oben</u> : Absolute Biovolumina. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.....	85
Abb. 42: Zooplankton-Biomasse (oben links), GIC (oben rechts) und Z/P (unten links) im Jahresvergleich für den Trammer See.	88
Abb. 43: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Ukleisees von Nov. 2019 bis Okt. 2020. <u>Oben</u> : Absolute Biovolumina. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.....	90

Abb. 44: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Punkt-Linie) für den Ukleisee im Jahr 2020. <u>Oben</u> : Absolute Biomassegehalte. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.	93
Abb. 45: Nahrungsgrundlagen, unterteilt in gesamtes Phytopl. und fressbares Phytopl. (als Phytoplanktonbiovolumen), Zooplanktonbiovolumen und mittlere Größe der Cladoceren für den Ukleisee im Untersuchungszeitraum 2020	94
Abb. 46: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Ukleisee im Jahr 2020.....	94
Abb. 47: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Ukleisees im Jahr 2013, 2019 (1 Monat) und 2020. <u>Oben</u> : Absolute Biovolumina, jeweils <u>unten</u> : Prozentuale Anteile.....	95
Abb. 48: Phosphor im Ukleisee 2013, 2019 (1 Monat) und 2020. Oben : Gesamtphosphor (blau) und gelöstes anorganisches Phosphat (waggerecht gestrichelt) in 1 m Tiefe. Unten : Gesamtphosphor in verschiedenen Tiefen (Chemiedaten vom LLUR).	97
Abb. 49: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Wardersees, Warder, im Jahr 2020. <u>Oben</u> : Absolute Biovolumina. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.....	100
Abb. 50: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Punkt-Linie) für den Warder See im Jahr 2020. <u>Oben</u> : Absolute Biomassegehalte. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.....	103
Abb. 51: Nahrungsgrundlagen, unterteilt in gesamtes Phytopl. und fressbares Phytopl. (als Phytoplanktonbiovolumen), Zooplanktonbiovolumen und mittlere Größe der Cladoceren für den Warder See im Untersuchungszeitraum 2020	104
Abb. 52: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Warder See im Jahr 2020.....	104
Abb. 53: Phosphor im Wardersee, Warder, in 1 m Tiefe in den Jahren 2005, 2010 und 2020: Gesamtphosphor (blau) und gelöstes anorganisches Phosphat (waggerecht gestrichelt) (Chemiedaten vom LLUR).	105
Abb. 54: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Wardersees im Jahr 2005, 2010 und 2020. In jeder Grafik jeweils <u>oben</u> : Absolute Biovolumina, jeweils <u>unten</u> : Prozentuale Anteile.....	107
Abb. 55: Zooplankton-Biomasse (oben links), GIC (oben rechts) und Z/P (unten links) im Jahresvergleich für den Wardersee RD	109

10 Anschriften der Verfasser

<p><i>LimPlan</i></p> <p>Büro für Gewässer- und Landschaftsökologie</p> <p>Dr. Wolfgang Arp Otawistr. 19 13351 Berlin</p> <p>Tel. 030 450 274 18 Fax. 030 450 274 19</p> <p>w.arp@limplan.de www.limplan.de</p>	<p>Aqualytis</p> <p>Dr. Ute Michels Karl-Marx-Straße 119 15745 Wildau (03375) 246366</p> <p>utemichels@aqualytis.com</p>
--	---

11 Anhang

11.1 Messstellen, Probenahmetermine und -tiefen der Mischproben

(2020, Los 2)

MS_NR	M_NAME1	DATUM	JAHR	TIEFE	MISCHPROBE
129094	Arenholzer See, tiefste Stelle	04.03.2020	2020	6,0	JA
129094	Arenholzer See, tiefste Stelle	08.04.2020	2020	6,0	JA
129094	Arenholzer See, tiefste Stelle	11.06.2020	2020	6,0	JA
129094	Arenholzer See, tiefste Stelle	22.07.2020	2020	6,0	JA
129094	Arenholzer See, tiefste Stelle	26.08.2020	2020	6,0	JA
129094	Arenholzer See, tiefste Stelle	30.09.2020	2020	6,0	JA
129094	Arenholzer See, tiefste Stelle	20.10.2020	2020	6,0	JA
129133	Bistensee, tiefste Stelle	04.03.2020	2020	6,0	JA
129133	Bistensee, tiefste Stelle	08.04.2020	2020	6,0	JA
129133	Bistensee, tiefste Stelle	11.06.2020	2020	6,0	JA
129133	Bistensee, tiefste Stelle	22.07.2020	2020	6,0	JA
129133	Bistensee, tiefste Stelle	26.08.2020	2020	6,0	JA
129133	Bistensee, tiefste Stelle	30.09.2020	2020	6,0	JA
129133	Bistensee, tiefste Stelle	20.10.2020	2020	6,0	JA
129098	Brahmsee, tiefste Stelle	24.03.2020	2020	6,0	JA
129098	Brahmsee, tiefste Stelle	13.05.2020	2020	6,0	JA
129098	Brahmsee, tiefste Stelle	11.06.2020	2020	6,0	JA
129098	Brahmsee, tiefste Stelle	15.07.2020	2020	6,0	JA
129098	Brahmsee, tiefste Stelle	27.08.2020	2020	6,0	JA
129098	Brahmsee, tiefste Stelle	16.09.2020	2020	6,0	JA
129098	Brahmsee, tiefste Stelle	14.10.2020	2020	6,0	JA
129058	Süseler See, tiefste Stelle	02.03.2020	2020	6,0	JA
129058	Süseler See, tiefste Stelle	06.04.2020	2020	6,0	JA
129058	Süseler See, tiefste Stelle	11.05.2020	2020	6,0	JA
129058	Süseler See, tiefste Stelle	20.07.2020	2020	6,0	JA
129058	Süseler See, tiefste Stelle	24.08.2020	2020	6,0	JA
129058	Süseler See, tiefste Stelle	28.09.2020	2020	6,0	JA
129058	Süseler See, tiefste Stelle	19.10.2020	2020	6,0	JA
129123	Trammer See, tiefste Stelle	02.03.2020	2020	10,0	JA
129123	Trammer See, tiefste Stelle	06.04.2020	2020	10,0	JA
129123	Trammer See, tiefste Stelle	12.05.2020	2020	10,0	JA
129123	Trammer See, tiefste Stelle	09.06.2020	2020	10,0	JA
129123	Trammer See, tiefste Stelle	20.07.2020	2020	10,0	JA
129123	Trammer See, tiefste Stelle	24.08.2020	2020	8,0	JA
129123	Trammer See, tiefste Stelle	28.09.2020	2020	10,0	JA
129192	Ukleisee, tiefste Stelle	19.11.2019	2019	10,0	JA
129192	Ukleisee, tiefste Stelle	06.01.2020	2020	7,0	JA
129192	Ukleisee, tiefste Stelle	18.02.2020	2020	7,0	JA
129192	Ukleisee, tiefste Stelle	11.05.2020	2020	6,0	JA
129192	Ukleisee, tiefste Stelle	08.06.2020	2020	6,0	JA
129192	Ukleisee, tiefste Stelle	15.07.2020	2020	6,0	JA
129192	Ukleisee, tiefste Stelle	18.08.2020	2020	10,0	JA
129192	Ukleisee, tiefste Stelle	21.09.2020	2020	7,0	JA

129192	Ukleisee, tiefste Stelle	21.10.2020	2020	7,0	JA
MS_NR	M_NAME1	DATUM	JAHR	TIEFE	MISCHPROBE
129091	Wardersee_RD, tiefste Stelle	24.03.2020	2020	6,0	JA
129091	Wardersee_RD, tiefste Stelle	11.06.2020	2020	6,0	JA
129091	Wardersee_RD, tiefste Stelle	15.07.2020	2020	6,0	JA
129091	Wardersee_RD, tiefste Stelle	27.08.2020	2020	6,0	JA
129091	Wardersee_RD, tiefste Stelle	16.09.2020	2020	6,0	JA
129091	Wardersee_RD, tiefste Stelle	14.10.2020	2020	6,0	JA

11.2 Messstellen, Probenahmeterminale und -tiefen der Zoopl.Proben

2020, Los 2

PROBEN NR	PROBESTELLE	DATUM	TIEFE FÜR NETZZUG [M]	PROBE VOLUMEN [L]
129058-1	Süseler See, tiefste Stelle	02.03.2020	0-7m	55,0
129058-2	Süseler See, tiefste Stelle	06.04.2020	0-7m	55,0
129058-3	Süseler See, tiefste Stelle	11.05.2020	0-7m	55,0
129058-4	Süseler See, tiefste Stelle	20.07.2020	0-7m	55,0
129058-5	Süseler See, tiefste Stelle	24.08.2020	0-8m	62,8
129058-6	Süseler See, tiefste Stelle	28.09.2020	0-7m	55,0
129058-7	Süseler See, tiefste Stelle	19.10.2020	0-7m	55,0
129091-1	Wardersee, tiefste Stelle	24.03.2020	0-7m	55,0
129091-2	Wardersee, tiefste Stelle	11.06.2020	0-7m	55,0
129091-3	Wardersee, tiefste Stelle	15.07.2020	0-8m	62,8
129091-4	Wardersee, tiefste Stelle	27.08.2020	0-8m	62,8
129091-5	Wardersee, tiefste Stelle	16.09.2020	0-8m	62,8
129091-6	Wardersee, tiefste Stelle	14.10.2020	0-8m	62,8
129094-1	Arenholzer See, tiefste Stelle	04.03.2020	0-6m	43,4
129094-2	Arenholzer See, tiefste Stelle	08.04.2020	0-6m	43,4
129094-3	Arenholzer See, tiefste Stelle	11.06.2020	0-6m	43,4
129094-4	Arenholzer See, tiefste Stelle	22.07.2020	0-6m	43,4
129094-5	Arenholzer See, tiefste Stelle	26.08.2020	0-6m	43,4
129094-6	Arenholzer See, tiefste Stelle	30.09.2020	0-6m	43,4
129094-7	Arenholzer See, tiefste Stelle	20.10.2020	0-6m	43,4
129098-1	Brahmsee, tiefste Stelle	24.03.2020	0-8m	57,9
129098-2	Brahmsee, tiefste Stelle	13.05.2020	0-8m	57,9
129098-3	Brahmsee, tiefste Stelle	11.06.2020	0-8m	57,9
129098-4	Brahmsee, tiefste Stelle	15.07.2020	0-8m	57,9
129098-5	Brahmsee, tiefste Stelle	27.08.2020	0-8m	57,9
129098-6	Brahmsee, tiefste Stelle	16.09.2020	0-8m	57,9
129098-7	Brahmsee, tiefste Stelle	14.10.2020	0-8m	57,9
129123-1	Trammer See, tiefste Stelle	02.03.2020	0-30m	235,5
129123-2	Trammer See, tiefste Stelle	06.04.2020	0-30m	235,5
129123-3	Trammer See, tiefste Stelle	12.05.2020	0-30m	235,5
129123-4	Trammer See, tiefste Stelle	09.06.2020	0-30m	235,5
129123-5	Trammer See, tiefste Stelle	20.07.2020	0-30m	235,5
129123-6	Trammer See, tiefste Stelle	24.08.2020	0-30m	235,5
129123-7	Trammer See, tiefste Stelle	28.09.2020	0-30m	235,5

PROBEN NR	PROBESTELLE	DATUM	TIEFE FÜR NETZZUG [M]	PROBE VOLUMEN [L]
129133-8	Bistensee, tiefste Stelle	04.03.2020	0-13m	102,1
129133-9	Bistensee, tiefste Stelle	08.04.2020	0-13m	102,1
129133-10	Bistensee, tiefste Stelle	11.06.2020	0-13m	102,1
129133-11	Bistensee, tiefste Stelle	22.07.2020	0-13m	102,1
129133-12	Bistensee, tiefste Stelle	26.08.2020	0-13m	102,1
129133-13	Bistensee, tiefste Stelle	30.09.2020	0-13m	102,1
129133-14	Bistensee, tiefste Stelle	20.10.2020	0-13m	102,1
129192-1	Ukleisee, tiefste Stelle	06.01.2020	0-15m	117,8
129192-2	Ukleisee, tiefste Stelle	18.02.2020	0-15m	117,8
129192-3	Ukleisee, tiefste Stelle	11.05.2020	0-15m	117,8
129192-4	Ukleisee, tiefste Stelle	08.06.2020	0-15m	117,8
129192-5	Ukleisee, tiefste Stelle	15.07.2020	0-15m	117,8
129192-6	Ukleisee, tiefste Stelle	18.08.2020	0-15m	117,8
129192-7	Ukleisee, tiefste Stelle	21.09.2020	0-15m	117,8
129192-8	Ukleisee, tiefste Stelle	21.10.2020	0-15m	117,8
129192-9	Ukleisee, tiefste Stelle	19.11.2020	0-15m	117,8

11.3 Artenlisten Phytoplankton incl. Pelagialdiatomeen (Seen 2020, Los 2)

(Sortierung nach Seename und je See nach Algengroßgruppen)

Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Arenholzer See	7	16151	Actinocyclus normanii	(Gregory) Hustedt	Bacillariophyceae
Arenholzer See	72	6050	Asterionella formosa	Hassall	Bacillariophyceae
Arenholzer See	83	6797	Aulacoseira	Thwaites	Bacillariophyceae
Arenholzer See	75	6798	Aulacoseira ambigua	(Grunow) Simonsen	Bacillariophyceae
Arenholzer See	78	6785	Aulacoseira granulata	(Ehrenberg) Simonsen	Bacillariophyceae
Arenholzer See	1260	16791	Cyclostephanos delicatus	(Genkal) Casper & Scheffler	Bacillariophyceae
Arenholzer See	247	6943	Cyclostephanos dubius	(Hustedt) Round	Bacillariophyceae
Arenholzer See	248	6177	Cyclostephanos invisitatus	(M.H.Hohn & Hellerman) Theriot, Stoermer & Håkansson	Bacillariophyceae
Arenholzer See	250	6178	Cyclotella atomus	Hustedt	Bacillariophyceae
Arenholzer See	3002	36000	Cyclotella balatonis	PANTOCSEK	Bacillariophyceae
Arenholzer See	262	26895	Discostella pseudostelligera	(Hustedt) Houk & Klee	Bacillariophyceae
Arenholzer See	351	26389	Fragilaria acus	(Kützing) Lange-Bertalot	Bacillariophyceae

Arenholzer See	336	16570	Fragilaria capucina	Desmazières	Bacillariophyceae
Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Arenholzer See	342	6075	Fragilaria crotonensis	Kitton	Bacillariophyceae
Arenholzer See	343	6398	Fragilaria cyclopum	(Brutschy) Lange-Beralot	Bacillariophyceae
Arenholzer See	349	6410	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	sensu Krammer & Lange-Beralot	Bacillariophyceae
Arenholzer See	352	16658	Fragilaria ulna var. ulna	(Nitzsch) Lange-Beralot	Bacillariophyceae
Arenholzer See	446	6005	Melosira varians	C.Agardh	Bacillariophyceae
Arenholzer See	494	16856	Nitzschia acicularis - Formenkreis	sensu DV 16856	Bacillariophyceae
Arenholzer See	721	6009	Stephanodiscus hantzschii	Grunow	Bacillariophyceae
Arenholzer See	723	6226	Stephanodiscus minutulus	(Kützing) Cleve & Moeller	Bacillariophyceae
Arenholzer See	725	6796	Stephanodiscus neoastreaea	Håkansson & B.Hickel	Bacillariophyceae
Arenholzer See	829	6789	Zentrale Diatomeen 10-15µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Arenholzer See	833	6789	Zentrale Diatomeen 15-20µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Arenholzer See	834	6789	Zentrale Diatomeen 20-25µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Arenholzer See	835	6789	Zentrale Diatomeen 25-30µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Arenholzer See	836	6789	Zentrale Diatomeen 30-35µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Arenholzer See	49	7844	Ankyra judayi	(G.M.Smith) Fott	Bacillariophyceae
Arenholzer See	117	7021	Chlamydomonas	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Arenholzer See	179	7813	Coelastrum astroideum	De Notaris	Bacillariophyceae
Arenholzer See	183	7568	Coelastrum pseudomicroporum	Korshikov	Bacillariophyceae
Arenholzer See	212	7219	Crucigenia quadrata	Morren	Bacillariophyceae
Arenholzer See	468	7245	Monoraphidium contortum	(Thuret) Komárková-Legnerová	Bacillariophyceae
Arenholzer See	469	7090	Monoraphidium griffithii	(M.J.Berkeley) Komárková-Legnerová	Bacillariophyceae
Arenholzer See	515	7871	Oocystis marssonii	Lemmermann	Bacillariophyceae
Arenholzer See	534	7055	Pediastrum boryanum	(Turpin) Meneghini	Bacillariophyceae
Arenholzer See	535	7056	Pediastrum duplex	Meyen	Bacillariophyceae
Arenholzer See	1032	7263	Pteromonas angulosa	(Carter) Lemmermann	Bacillariophyceae

Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Arenholzer See	676	7892	Scenedesmus	Meyen	Bacillariophyceae
Arenholzer See	669	7010	Scenedesmus quadricauda	(Turpin) Brébisson sensu Chodat	Bacillariophyceae
Arenholzer See	786	7022	Unbestimmte Chlorococcales	(Marchand) Pascher	Bacillariophyceae
Arenholzer See	299	7937	Dinobryon divergens	Imhof	Bacillariophyceae
Arenholzer See	443	7306	Mallomonas	Perty	Bacillariophyceae
Arenholzer See	438	7308	Mallomonas akrokomos	Ruttner in Pascher	Bacillariophyceae
Arenholzer See	161	7356	Closterium acutum var. variabile	(Lemmermann) Willi Krieger	Bacillariophyceae
Arenholzer See	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Arenholzer See	237	7032	Cryptomonas 35-40µm	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Arenholzer See	220	7398	Cryptomonas curvata	Ehrenberg em. Penard	Bacillariophyceae
Arenholzer See	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Arenholzer See	223	7926	Cryptomonas marssonii	Skuja	Bacillariophyceae
Arenholzer See	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Bacillariophyceae
Arenholzer See	627	7894	Rhodomonas lens	Pascher & Ruttner	Bacillariophyceae
Arenholzer See	31	8020	Anabaena	Bory ex Bornet & Flahault	Bacillariophyceae
Arenholzer See	17	8072	Anabaena circinalis	Rabenhorst ex Bornet & Flahault	Bacillariophyceae
Arenholzer See	21	8032	Anabaena flos-aquae	Brébisson ex Bornet & Flahault	Bacillariophyceae
Arenholzer See	28	8851	Anabaena sigmaidea	Nygaard	Bacillariophyceae
Arenholzer See	54	8031	Aphanizomenon flos-aquae	(Linnaeus) Ralfs ex Bornet & Flahault	Bacillariophyceae
Arenholzer See	584	8438	Planktothrix agardhii	(Gomont) Anagnostidis & Komárek	Bacillariophyceae
Arenholzer See	104	7239	Ceratium hirundinella	(O.F.Müller) Dujardin	Bacillariophyceae
Arenholzer See	1289	17250	Diplopsalis	Bergh	Bacillariophyceae
Arenholzer See	556	7077	Peridinium groß (>40µm)	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Arenholzer See	557	7077	Peridinium klein (<25µm)	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Arenholzer See	853	17098	Woloszynskia	R.H.Thompson	Bacillariophyceae
Arenholzer See	143	7211	Chrysochromulina parva	Lackey	Bacillariophyceae

Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Arenholzer See	311	7198	Elakatothrix gelatinosa	Wille	Bacillariophyceae
Bistensee	72	6050	Asterionella formosa	Hassall	Bacillariophyceae
Bistensee	83	6797	Aulacoseira	Thwaites	Bacillariophyceae
Bistensee	75	6798	Aulacoseira ambigua	(Grunow) Simonsen	Bacillariophyceae
Bistensee	78	6785	Aulacoseira granulata	(Ehrenberg) Simonsen	Bacillariophyceae
Bistensee	81	6907	Aulacoseira islandica	(O.Müller) Simonsen	Bacillariophyceae
Bistensee	247	6943	Cyclostephanos dubius	(Hustedt) Round	Bacillariophyceae
Bistensee	3002	36000	Cyclotella balatonis	PANTOCSEK	Bacillariophyceae
Bistensee	262	26895	Discostella pseudostelligera	(Hustedt) Houk & Klee	Bacillariophyceae
Bistensee	347	6161	Fragilaria	Lyngbye	Bacillariophyceae
Bistensee	336	16570	Fragilaria capucina	Desmazières	Bacillariophyceae
Bistensee	349	6410	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	sensu Krammer & Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Bistensee	506	6972	Nitzschia	Hassall	Bacillariophyceae
Bistensee	494	16856	Nitzschia acicularis - Formenkreis	sensu DV 16856	Bacillariophyceae
Bistensee	717	6795	Stephanodiscus alpinus	Hustedt	Bacillariophyceae
Bistensee	721	6009	Stephanodiscus hantzschii	Grunow	Bacillariophyceae
Bistensee	723	6226	Stephanodiscus minutulus	(Kützing) Cleve & Moeller	Bacillariophyceae
Bistensee	725	6796	Stephanodiscus neoastreae	Håkansson & B.Hickel	Bacillariophyceae
Bistensee	829	6789	Zentrale Diatomeen 10-15µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Bistensee	833	6789	Zentrale Diatomeen 15-20µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Bistensee	834	6789	Zentrale Diatomeen 20-25µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Bistensee	835	6789	Zentrale Diatomeen 25-30µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Bistensee	840	6789	Zentrale Diatomeen 5-10µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Bistensee	49	7844	Ankyra judayi	(G.M.Smith) Fott	Bacillariophyceae
Bistensee	117	7021	Chlamydomonas	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Bistensee	179	7813	Coelastrum astroideum	De Notaris	Bacillariophyceae

Bistensee	183	7568	Coelastrum pseudomicroporum	Korshikov	Bacillariophyceae
Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Bistensee	212	7219	Crucigenia quadrata	Morren	Bacillariophyceae
Bistensee	289	7033	Dictyosphaerium pulchellum	Wood	Bacillariophyceae
Bistensee	333	0	Eutetramorus/Sphaerocystis		Bacillariophyceae
Bistensee	515	7871	Oocystis marssonii	Lemmermann	Bacillariophyceae
Bistensee	534	7055	Pediastrum boryanum	(Turpin) Meneghini	Bacillariophyceae
Bistensee	535	7056	Pediastrum duplex	Meyen	Bacillariophyceae
Bistensee	582	7898	Planktosphaeria gelatinosa	G.M.Smith	Bacillariophyceae
Bistensee	161	7356	Closterium acutum var. variable	(Lemmermann) Willi Krieger	Bacillariophyceae
Bistensee	170	7008	Closterium parvulum	Nägeli	Bacillariophyceae
Bistensee	699	7013	Spirogyra	Link	Bacillariophyceae
Bistensee	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Bistensee	220	7398	Cryptomonas curvata	Ehrenberg em. Penard	Bacillariophyceae
Bistensee	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Bistensee	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Bacillariophyceae
Bistensee	627	7894	Rhodomonas lens	Pascher & Ruttner	Bacillariophyceae
Bistensee	19	8856	Anabaena crassa	(Lemmermann) Komárková- Legnerová & Cronberg	Bacillariophyceae
Bistensee	21	8032	Anabaena flos-aquae	Brébisson ex Bornet & Flahault	Bacillariophyceae
Bistensee	859	8853	Anabaena mendotae	Trelease	Bacillariophyceae
Bistensee	54	8031	Aphanizomenon flos-aquae	(Linnaeus) Ralfs ex Bornet & Flahault	Bacillariophyceae
Bistensee	187	8115	Coelosphaerium kuetzingianum	Nägeli	Bacillariophyceae
Bistensee	459	8024	Microcystis	Kützing ex Lemmermann	Bacillariophyceae
Bistensee	452	8153	Microcystis aeruginosa	Kützing	Bacillariophyceae
Bistensee	454	8181	Microcystis firma	(Kützing) Schmidle	Bacillariophyceae
Bistensee	455	8912	Microcystis flos-aquae	(Wittrock) Kirchner	Bacillariophyceae
Bistensee	1632	8800	Microcystis ichthyoblabe	(Kunze) Kütz.	Bacillariophyceae

Bistensee	462	8710	<i>Microcystis wesenbergii</i>	(Komárek) Komárek	Bacillariophyceae
Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Bistensee	104	7239	<i>Ceratium hirundinella</i>	(O.F.Müller) Dujardin	Bacillariophyceae
Bistensee	557	7077	<i>Peridinium klein (<25µm)</i>	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Bistensee	311	7198	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	Wille	Bacillariophyceae
Brahmsee	72	6050	<i>Asterionella formosa</i>	Hassall	Bacillariophyceae
Brahmsee	83	6797	<i>Aulacoseira</i>	Thwaites	Bacillariophyceae
Brahmsee	75	6798	<i>Aulacoseira ambigua</i>	(Grunow) Simonsen	Bacillariophyceae
Brahmsee	78	6785	<i>Aulacoseira granulata</i>	(Ehrenberg) Simonsen	Bacillariophyceae
Brahmsee	84	6788	<i>Aulacoseira subarctica</i>	(O.Müller) Haworth	Bacillariophyceae
Brahmsee	1260	16791	<i>Cyclostephanos delicatus</i>	(Genkal) Casper & Scheffler	Bacillariophyceae
Brahmsee	247	6943	<i>Cyclostephanos dubius</i>	(Hustedt) Round	Bacillariophyceae
Brahmsee	248	6177	<i>Cyclostephanos invisitatus</i>	(M.H.Hohn & Hellerman) Theriot, Stoermer & Håkansson	Bacillariophyceae
Brahmsee	3002	36000	<i>Cyclotella balatonis</i>	PANTOCSEK	Bacillariophyceae
Brahmsee	261	6936	<i>Cyclotella ocellata</i>	Pantocsek	Bacillariophyceae
Brahmsee	283	6210	<i>Diatoma tenuis</i>	C.Agardh	Bacillariophyceae
Brahmsee	351	26389	<i>Fragilaria acus</i>	(Kützing) Lange- Bertalot	Bacillariophyceae
Brahmsee	336	16570	<i>Fragilaria capucina</i>	Desmazières	Bacillariophyceae
Brahmsee	342	6075	<i>Fragilaria crotonensis</i>	Kitton	Bacillariophyceae
Brahmsee	352	16658	<i>Fragilaria ulna var. ulna</i>	(Nitzsch) Lange- Bertalot	Bacillariophyceae
Brahmsee	446	6005	<i>Melosira varians</i>	C.Agardh	Bacillariophyceae
Brahmsee	494	16856	<i>Nitzschia acicularis</i> - Formenkreis	sensu DV 16856	Bacillariophyceae
Brahmsee	717	6795	<i>Stephanodiscus alpinus</i>	Hustedt	Bacillariophyceae
Brahmsee	721	6009	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	Grunow	Bacillariophyceae
Brahmsee	723	6226	<i>Stephanodiscus minutulus</i>	(Kützing) Cleve & Moeller	Bacillariophyceae
Brahmsee	725	6796	<i>Stephanodiscus neoastreaea</i>	Håkansson & B.Hickel	Bacillariophyceae
Brahmsee	829	6789	Zentrale Diatomeen 10- 15µm	G.Karsten	Bacillariophyceae

Brahmsee	833	6789	Zentrale Diatomeen 15-20µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Brahmsee	834	6789	Zentrale Diatomeen 20-25µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Brahmsee	835	6789	Zentrale Diatomeen 25-30µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Brahmsee	840	6789	Zentrale Diatomeen 5-10µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Brahmsee	49	7844	Ankyra judayi	(G.M.Smith) Fott	Bacillariophyceae
Brahmsee	117	7021	Chlamydomonas	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Brahmsee	179	7813	Coelastrum astroideum	De Notaris	Bacillariophyceae
Brahmsee	333		Eutetramorus/Sphaerocystis		Bacillariophyceae
Brahmsee	464	7071	Monoraphidium arcuatum	(Korshikov) Hindák	Bacillariophyceae
Brahmsee	515	7871	Oocystis marssonii	Lemmermann	Bacillariophyceae
Brahmsee	527	7054	Pandorina morum	(O.F.Müller) Bory	Bacillariophyceae
Brahmsee	534	7055	Pediastrum boryanum	(Turpin) Meneghini	Bacillariophyceae
Brahmsee	535	7056	Pediastrum duplex	Meyen	Bacillariophyceae
Brahmsee	582	7898	Planktosphaeria gelatinosa	G.M.Smith	Bacillariophyceae
Brahmsee	676	7892	Scenedesmus	Meyen	Bacillariophyceae
Brahmsee	669	7010	Scenedesmus quadricauda	(Turpin) Brébisson sensu Chodat	Bacillariophyceae
Brahmsee	751	7281	Tetraedron minimum	(A.Braun) Hansgirg	Bacillariophyceae
Brahmsee	299	7937	Dinobryon divergens	Imhof	Bacillariophyceae
Brahmsee	443	7306	Mallomonas	Perty	Bacillariophyceae
Brahmsee	438	7308	Mallomonas akrokomos	Ruttner in Pascher	Bacillariophyceae
Brahmsee	740	7803	Synura	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Brahmsee	161	7356	Closterium acutum var. variabile	(Lemmermann) Willi Krieger	Bacillariophyceae
Brahmsee	170	7008	Closterium parvulum	Nägeli	Bacillariophyceae
Brahmsee	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Brahmsee	237	7032	Cryptomonas 35-40µm	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Brahmsee	220	7398	Cryptomonas curvata	Ehrenberg em. Penard	Bacillariophyceae

Brahmsee	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Brahmsee	223	7926	Cryptomonas marssonii	Skuja	Bacillariophyceae
Brahmsee	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Bacillariophyceae
Brahmsee	627	7894	Rhodomonas lens	Pascher & Ruttner	Bacillariophyceae
Brahmsee	21	8032	Anabaena flos-aquae	Brébisson ex Bornet & Flahault	Bacillariophyceae
Brahmsee	55	8096	Aphanizomenon gracile	Lemmermann	Bacillariophyceae
Brahmsee	56	8845	Aphanizomenon issatschenkoi	(Usacev) Proshkina- Lavrenko	Bacillariophyceae
Brahmsee	452	8153	Microcystis aeruginosa	Kützing	Bacillariophyceae
Brahmsee	454	8181	Microcystis firma	(Kützing) Schmidle	Bacillariophyceae
Brahmsee	455	8912	Microcystis flos-aquae	(Wittrock) Kirchner	Bacillariophyceae
Brahmsee	524	8011	Oscillatoria	Vaucher ex Gomont	Bacillariophyceae
Brahmsee	584	8438	Planktothrix agardhii	(Gomont) Anagnostidis & Komárek	Bacillariophyceae
Brahmsee	596	8206	Pseudanabaena limnetica	(Lemmermann) Komárek	Bacillariophyceae
Brahmsee	103	17099	Ceratium furcoides	(Levander) Langhans	Bacillariophyceae
Brahmsee	104	7239	Ceratium hirundinella	(O.F.Müller) Dujardin	Bacillariophyceae
Brahmsee	389	7153	Gymnodinium lantzschii	Utermöhl	Bacillariophyceae
Brahmsee	546	17300	Peridiniopsis polonicum	(Woloszynska) Bourrelly	Bacillariophyceae
Brahmsee	556	7077	Peridinium groß (>40µm)	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Brahmsee	557	7077	Peridinium klein (<25µm)	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Brahmsee	853	17098	Woloszynskia	R.H.Thompson	Bacillariophyceae
Brahmsee	326	7016	Euglena	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Brahmsee	143	7211	Chrysochromulina parva	Lackey	Bacillariophyceae
Brahmsee	311	7198	Elakatothrix gelatinosa	Wille	Bacillariophyceae
Süseler See	72	6050	Asterionella formosa	Hassall	Bacillariophyceae
Süseler See	83	6797	Aulacoseira	Thwaites	Bacillariophyceae
Süseler See	1260	16791	Cyclostephanos delicatus	(Genkal) Casper & Scheffler	Bacillariophyceae

Süseler See	247	6943	Cyclostephanos dubius	(Hustedt) Round	Bacillariophyceae
Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Süseler See	3002	36000	Cyclotella balatonis	PANTOCSEK	Bacillariophyceae
Süseler See	260	6002	Cyclotella meneghiniana	Kützing	Bacillariophyceae
Süseler See	351	26389	Fragilaria acus	(Kützing) Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Süseler See	342	6075	Fragilaria crotonensis	Kitton	Bacillariophyceae
Süseler See	349	6410	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	sensu Krammer & Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Süseler See	352	16658	Fragilaria ulna var. ulna	(Nitzsch) Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Süseler See	446	6005	Melosira varians	C.Agardh	Bacillariophyceae
Süseler See	506	6972	Nitzschia	Hassall	Bacillariophyceae
Süseler See	494	16856	Nitzschia acicularis - Formenkreis	sensu DV 16856	Bacillariophyceae
Süseler See	717	6795	Stephanodiscus alpinus	Hustedt	Bacillariophyceae
Süseler See	721	6009	Stephanodiscus hantzschii	Grunow	Bacillariophyceae
Süseler See	723	6226	Stephanodiscus minutulus	(Kützing) Cleve & Moeller	Bacillariophyceae
Süseler See	725	6796	Stephanodiscus neoastreae	Håkansson & B.Hickel	Bacillariophyceae
Süseler See	829	6789	Zentrale Diatomeen 10-15µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Süseler See	833	6789	Zentrale Diatomeen 15-20µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Süseler See	834	6789	Zentrale Diatomeen 20-25µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Süseler See	835	6789	Zentrale Diatomeen 25-30µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Süseler See	840	6789	Zentrale Diatomeen 5-10µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Süseler See	49	7844	Ankyra judayi	(G.M.Smith) Fott	Bacillariophyceae
Süseler See	50	7130	Ankyra lanceolata	(Korshikov) Fott	Bacillariophyceae
Süseler See	117	7021	Chlamydomonas	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Süseler See	212	7219	Crucigenia quadrata	Morren	Bacillariophyceae
Süseler See	289	7033	Dictyosphaerium pulchellum	Wood	Bacillariophyceae
Süseler See	333	0	Eutetramorus/Sphaerocystis		Bacillariophyceae
Süseler See	469	7090	Monoraphidium griffithii	(M.J.Berkeley) Komárková-Legnerová	Bacillariophyceae

Süseler See	527	7054	Pandorina morum	(O.F.Müller) Bory	Bacillariophyceae
Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Süseler See	534	7055	Pediastrum boryanum	(Turpin) Meneghini	Bacillariophyceae
Süseler See	535	7056	Pediastrum duplex	Meyen	Bacillariophyceae
Süseler See	751	7281	Tetraedron minimum	(A.Braun) Hansgirg	Bacillariophyceae
Süseler See	299	7937	Dinobryon divergens	Imhof	Bacillariophyceae
Süseler See	303	7884	Dinobryon sociale	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Süseler See	443	7306	Mallomonas	Perty	Bacillariophyceae
Süseler See	740	7803	Synura	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Süseler See	811	7290	Uroglena	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Süseler See	158	7973	Closterium aciculare	T.West	Bacillariophyceae
Süseler See	161	7356	Closterium acutum var. variable	(Lemmermann) Willi Krieger	Bacillariophyceae
Süseler See	477	7089	Mougeotia	C.Agardh	Bacillariophyceae
Süseler See	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Süseler See	237	7032	Cryptomonas 35-40µm	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Süseler See	220	7398	Cryptomonas curvata	Ehrenberg em. Penard	Bacillariophyceae
Süseler See	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Süseler See	223	7926	Cryptomonas marssonii	Skuja	Bacillariophyceae
Süseler See	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Bacillariophyceae
Süseler See	627	7894	Rhodomonas lens	Pascher & Ruttner	Bacillariophyceae
Süseler See	17	8072	Anabaena circinalis	Rabenhorst ex Bornet & Flahault	Bacillariophyceae
Süseler See	19	8856	Anabaena crassa	(Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg	Bacillariophyceae
Süseler See	21	8032	Anabaena flos-aquae	Brébisson ex Bornet & Flahault	Bacillariophyceae
Süseler See	24	8855	Anabaena lemmermannii	P.G.Richter in Lemmermann	Bacillariophyceae
Süseler See	859	8853	Anabaena mendotae	Trelease	Bacillariophyceae
Süseler See	1268	8214	Anabaena viguieri	Denis & Fremy	Bacillariophyceae
Süseler See	37	8846	Anabaenopsis elenkinii	V.Miller	Bacillariophyceae

Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Süseler See	58	8033	Aphanizomenon	Morren ex Bornet & Flahault	Bacillariophyceae
Süseler See	54	8031	Aphanizomenon flos-aquae	(Linnaeus) Ralfs ex Bornet & Flahault	Bacillariophyceae
Süseler See	55	8096	Aphanizomenon gracile	Lemmermann	Bacillariophyceae
Süseler See	56	8845	Aphanizomenon issatschenkoi	(Usacev) Proshkina-Lavrenko	Bacillariophyceae
Süseler See	64	8873	Aphanocapsa	Nägeli	Bacillariophyceae
Süseler See	365	8180	Gloeotrichia echinulata	(J.E.Smith) P.G.Richter	Bacillariophyceae
Süseler See	459	8024	Microcystis	Kützing ex Lemmermann	Bacillariophyceae
Süseler See	452	8153	Microcystis aeruginosa	Kützing	Bacillariophyceae
Süseler See	454	8181	Microcystis firma	(Kützing) Schmidle	Bacillariophyceae
Süseler See	455	8912	Microcystis flos-aquae	(Wittrock) Kirchner	Bacillariophyceae
Süseler See	1632	8800	Microcystis ichthyoblabe	(Kunze) Kütz.	Bacillariophyceae
Süseler See	462	8710	Microcystis wesenbergii	(Komárek) Komárek	Bacillariophyceae
Süseler See	580	8818	Planktolyngbya limnetica	(Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg	Bacillariophyceae
Süseler See	584	8438	Planktothrix agardhii	(Gomont) Anagnostidis & Komárek	Bacillariophyceae
Süseler See	596	8206	Pseudanabaena limnetica	(Lemmermann) Komárek	Bacillariophyceae
Süseler See	963	8076	Romeria	Koczwara in Geitler	Bacillariophyceae
Süseler See	821	8189	Woronichinia naegeliana	(Unger) Elenkin	Bacillariophyceae
Süseler See	104	7239	Ceratium hirundinella	(O.F.Müller) Dujardin	Bacillariophyceae
Süseler See	557	7077	Peridinium klein (<25µm)	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Süseler See	853	17098	Woloszynskia	R.H.Thompson	Bacillariophyceae
Süseler See	326	7016	Euglena	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Süseler See	143	7211	Chrysochromulina parva	Lackey	Bacillariophyceae
Süseler See	311	7198	Elakatothrix gelatinosa	Wille	Bacillariophyceae
Süseler See	780	7015	Ulothrix	Kützing	Bacillariophyceae
Trammer See	72	6050	Asterionella formosa	Hassall	Bacillariophyceae

Trammer See	78	6785	Aulacoseira granulata	(Ehrenberg) Simonsen	Bacillariophyceae
Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Trammer See	79	6800	Aulacoseira granulata var. angustissima	(O.Müller) Simonsen	Bacillariophyceae
Trammer See	247	6943	Cyclostephanos dubius	(Hustedt) Round	Bacillariophyceae
Trammer See	248	6177	Cyclostephanos invisitatus	(M.H.Hohn & Hellerman) Theriot, Stoermer & Håkansson	Bacillariophyceae
Trammer See	3002	36000	Cyclotella balatonis	PANTOCSEK	Bacillariophyceae
Trammer See	261	6936	Cyclotella ocellata	Pantocsek	Bacillariophyceae
Trammer See	283	6210	Diatoma tenuis	C.Agardh	Bacillariophyceae
Trammer See	284	6006	Diatoma vulgaris	Bory	Bacillariophyceae
Trammer See	347	6161	Fragilaria	Lyngbye	Bacillariophyceae
Trammer See	351	26389	Fragilaria acus	(Kützing) Lange- Bertalot	Bacillariophyceae
Trammer See	336	16570	Fragilaria capucina	Desmazières	Bacillariophyceae
Trammer See	342	6075	Fragilaria crotonensis	Kitton	Bacillariophyceae
Trammer See	349	6410	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	sensu Krammer & Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Trammer See	352	16658	Fragilaria ulna var. ulna	(Nitzsch) Lange- Bertalot	Bacillariophyceae
Trammer See	507	6120	Nitzschia vermicularis	(Kützing) Hantzsch	Bacillariophyceae
Trammer See	717	6795	Stephanodiscus alpinus	Hustedt	Bacillariophyceae
Trammer See	721	6009	Stephanodiscus hantzschii	Grunow	Bacillariophyceae
Trammer See	723	6226	Stephanodiscus minutulus	(Kützing) Cleve & Moeller	Bacillariophyceae
Trammer See	725	6796	Stephanodiscus neoastreae	Håkansson & B.Hickel	Bacillariophyceae
Trammer See	829	6789	Zentrale Diatomeen 10- 15µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Trammer See	834	6789	Zentrale Diatomeen 20- 25µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Trammer See	840	6789	Zentrale Diatomeen 5-10µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Trammer See	49	7844	Ankyra judayi	(G.M.Smith) Fott	Bacillariophyceae
Trammer See	50	7130	Ankyra lanceolata	(Korshikov) Fott	Bacillariophyceae
Trammer See	117	7021	Chlamydomonas	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Trammer See	183	7568	Coelastrum pseudomicroporum	Korshikov	Bacillariophyceae

Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Trammer See	333		Eutetramorus/Sphaerocystis		Bacillariophyceae
Trammer See	1584	7920	Fotterella tetrachlorelloides	R.Buck	Bacillariophyceae
Trammer See	464	7071	Monoraphidium arcuatum	(Korshikov) Hindák	Bacillariophyceae
Trammer See	468	7245	Monoraphidium contortum	(Thuret) Komárková-Legnerová	Bacillariophyceae
Trammer See	471	7913	Monoraphidium komarkovae	Nygaard	Bacillariophyceae
Trammer See	515	7871	Oocystis marssonii	Lemmermann	Bacillariophyceae
Trammer See	582	7898	Planktosphaeria gelatinosa	G.M.Smith	Bacillariophyceae
Trammer See	1042	17331	Spermatozopsis exultans	Korshikov	Bacillariophyceae
Trammer See	303	7884	Dinobryon sociale	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Trammer See	317	7168	Erkenia subaequiciliata	Skuja	Bacillariophyceae
Trammer See	443	7306	Mallomonas	Perty	Bacillariophyceae
Trammer See	811	7290	Uroglena	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Trammer See	161	7356	Closterium acutum var. variable	(Lemmermann) Willi Krieger	Bacillariophyceae
Trammer See	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Trammer See	237	7032	Cryptomonas 35-40µm	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Trammer See	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Trammer See	223	7926	Cryptomonas marssonii	Skuja	Bacillariophyceae
Trammer See	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Bacillariophyceae
Trammer See	627	7894	Rhodomonas lens	Pascher & Ruttner	Bacillariophyceae
Trammer See	21	8032	Anabaena flos-aquae	Brébisson ex Bornet & Flahault	Bacillariophyceae
Trammer See	24	8855	Anabaena lemmermannii	P.G.Richter in Lemmermann	Bacillariophyceae
Trammer See	55	8096	Aphanizomenon gracile	Lemmermann	Bacillariophyceae
Trammer See	56	8845	Aphanizomenon issatschenkoi	(Usacev) Proshkina-Lavrenko	Bacillariophyceae
Trammer See	64	8873	Aphanocapsa	Nägeli	Bacillariophyceae
Trammer See	134	8922	Chroococcus limneticus	Lemmermann	Bacillariophyceae
Trammer See	246	8835	Cyanodictyon	Pascher	Bacillariophyceae

Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Trammer See	455	8912	Microcystis flos-aquae	(Wittrock) Kirchner	Bacillariophyceae
Trammer See	580	8818	Planktolynghya limnetica	(Lemmermann) Komárková- Legnerová & Cronberg	Bacillariophyceae
Trammer See	587	8437	Planktothrix	Anagnostidis & Komárek	Bacillariophyceae
Trammer See	596	8206	Pseudanabaena limnetica	(Lemmermann) Komárek	Bacillariophyceae
Trammer See	103	17099	Ceratium furcoides	(Levander) Langhans	Bacillariophyceae
Trammer See	104	7239	Ceratium hirundinella	(O.F.Müller) Dujardin	Bacillariophyceae
Trammer See	557	7077	Peridinium klein (<25µm)	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Trammer See	853	17098	Woloszynskia	R.H.Thompson	Bacillariophyceae
Trammer See	143	7211	Chrysochromulina parva	Lackey	Bacillariophyceae
Trammer See	311	7198	Elakatothrix gelatinosa	Wille	Bacillariophyceae
Ukleisee	72	6050	Asterionella formosa	Hassall	Bacillariophyceae
Ukleisee	83	6797	Aulacoseira	Thwaites	Bacillariophyceae
Ukleisee	75	6798	Aulacoseira ambigua	(Grunow) Simonsen	Bacillariophyceae
Ukleisee	78	6785	Aulacoseira granulata	(Ehrenberg) Simonsen	Bacillariophyceae
Ukleisee	84	6788	Aulacoseira subarctica	(O.Müller) Haworth	Bacillariophyceae
Ukleisee	1260	16791	Cyclostephanos delicatus	(Genkal) Casper & Scheffler	Bacillariophyceae
Ukleisee	247	6943	Cyclostephanos dubius	(Hustedt) Round	Bacillariophyceae
Ukleisee	3002	36000	Cyclotella balatonis	PANTOCSEK	Bacillariophyceae
Ukleisee	261	6936	Cyclotella ocellata	Pantocsek	Bacillariophyceae
Ukleisee	3000		Cyclotella comensis Typ pseudocomensis	0	Bacillariophyceae
Ukleisee	336	16570	Fragilaria capucina	Desmazières	Bacillariophyceae
Ukleisee	342	6075	Fragilaria crotonensis	Kitton	Bacillariophyceae
Ukleisee	349	6410	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	sensu Krammer & Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Ukleisee	717	6795	Stephanodiscus alpinus	Hustedt	Bacillariophyceae
Ukleisee	721	6009	Stephanodiscus hantzschii	Grunow	Bacillariophyceae
Ukleisee	723	6226	Stephanodiscus minutulus	(Kützing) Cleve & Moeller	Bacillariophyceae

Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Ukleisee	725	6796	Stephanodiscus neoastraea	Håkansson & B.Hickel	Bacillariophyceae
Ukleisee	829	6789	Zentrale Diatomeen 10-15µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Ukleisee	833	6789	Zentrale Diatomeen 15-20µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Ukleisee	834	6789	Zentrale Diatomeen 20-25µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Ukleisee	835	6789	Zentrale Diatomeen 25-30µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Ukleisee	840	6789	Zentrale Diatomeen 5-10µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Ukleisee	117	7021	Chlamydomonas	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Ukleisee	534	7055	Pediastrum boryanum	(Turpin) Meneghini	Bacillariophyceae
Ukleisee	582	7898	Planktosphaeria gelatinosa	G.M.Smith	Bacillariophyceae
Ukleisee	751	7281	Tetraedron minimum	(A.Braun) Hansgirg	Bacillariophyceae
Ukleisee	92	7163	Bitrichia ochridana	(Fott) Bourrelly	Bacillariophyceae
Ukleisee	299	7937	Dinobryon divergens	Imhof	Bacillariophyceae
Ukleisee	303	7884	Dinobryon sociale	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Ukleisee	439	7149	Mallomonas caudata	Iwanoff em. Willi Krieger	Bacillariophyceae
Ukleisee	811	7290	Uroglena	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Ukleisee	158	7973	Closterium aciculare	T.West	Bacillariophyceae
Ukleisee	161	7356	Closterium acutum var. variabile	(Lemmermann) Willi Krieger	Bacillariophyceae
Ukleisee	168	7068	Closterium limneticum	Lemmermann	Bacillariophyceae
Ukleisee	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Ukleisee	237	7032	Cryptomonas 35-40µm	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Ukleisee	220	7398	Cryptomonas curvata	Ehrenberg em. Penard	Bacillariophyceae
Ukleisee	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Ukleisee	223	7926	Cryptomonas marssonii	Skuja	Bacillariophyceae
Ukleisee	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Bacillariophyceae
Ukleisee	627	7894	Rhodomonas lens	Pascher & Ruttner	Bacillariophyceae
Ukleisee	58	8033	Aphanizomenon	Morren ex Bornet & Flahault	Bacillariophyceae

Ukleisee	54	8031	Aphanizomenon flos-aquae	(Linnaeus) Ralfs ex Bornet & Flahault	Bacillariophyceae
Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Ukleisee	55	8096	Aphanizomenon gracile	Lemmermann	Bacillariophyceae
Ukleisee	64	8873	Aphanocapsa	Nägeli	Bacillariophyceae
Ukleisee	187	8115	Coelosphaerium kuetzingianum	Nägeli	Bacillariophyceae
Ukleisee	431	8208	Limnothrix planctonica	(Woloszyńska) M.E.Meffert	Bacillariophyceae
Ukleisee	432	8434	Limnothrix redekei	(Goor) M.E.Meffert	Bacillariophyceae
Ukleisee	448	8025	Merismopedia	Meyen	Bacillariophyceae
Ukleisee	462	8710	Microcystis wesenbergii	(Komárek) Komárek	Bacillariophyceae
Ukleisee	580	8818	Planktolingbya limnetica	(Lemmermann) Komárková- Legnerová & Cronberg	Bacillariophyceae
Ukleisee	586	8440	Planktothrix rubescens	(de Candolle ex Gomont) Anagnostidis & Komárek	Bacillariophyceae
Ukleisee	596	8206	Pseudanabaena limnetica	(Lemmermann) Komárek	Bacillariophyceae
Ukleisee	821	8189	Woronichinia naegeliana	(Unger) Elenkin	Bacillariophyceae
Ukleisee	103	17099	Ceratium furcoides	(Levander) Langhans	Bacillariophyceae
Ukleisee	104	7239	Ceratium hirundinella	(O.F.Müller) Dujardin	Bacillariophyceae
Ukleisee	555	7077	Peridinium	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Ukleisee	556	7077	Peridinium groß (>40µm)	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Ukleisee	557	7077	Peridinium klein (<25µm)	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Ukleisee	853	17098	Woloszynskia	R.H.Thompson	Bacillariophyceae
Ukleisee	143	7211	Chrysochromulina parva	Lackey	Bacillariophyceae
Ukleisee	311	7198	Elakatothrix gelatinosa	Wille	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	72	6050	Asterionella formosa	Hassall	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	83	6797	Aulacoseira	Thwaites	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	75	6798	Aulacoseira ambigua	(Grunow) Simonsen	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	78	6785	Aulacoseira granulata	(Ehrenberg) Simonsen	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	84	6788	Aulacoseira subarctica	(O.Müller) Haworth	Bacillariophyceae

Wardersee, Warder	1260	16791	Cyclostephanos delicatus	(Genkal) Casper & Scheffler	Bacillariophyceae
Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Wardersee, Warder	247	6943	Cyclostephanos dubius	(Hustedt) Round	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	248	6177	Cyclostephanos invisitatus	(M.H.Hohn & Hellerman) Theriot, Stoermer & Håkansson	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	3002	36000	Cyclotella balatonis	PANTOCSEK	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	261	6936	Cyclotella ocellata	Pantocsek	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	351	26389	Fragilaria acus	(Kützing) Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	336	16570	Fragilaria capucina	Desmazières	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	342	6075	Fragilaria crotonensis	Kitton	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	352	16658	Fragilaria ulna var. ulna	(Nitzsch) Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	446	6005	Melosira varians	C.Agardh	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	506	6972	Nitzschia	Hassall	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	494	16856	Nitzschia acicularis - Formenkreis	sensu DV 16856	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	717	6795	Stephanodiscus alpinus	Hustedt	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	721	6009	Stephanodiscus hantzschii	Grunow	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	723	6226	Stephanodiscus minutulus	(Kützing) Cleve & Moeller	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	725	6796	Stephanodiscus neoastreaea	Håkansson & B.Hickel	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	829	6789	Zentrale Diatomeen 10-15µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	833	6789	Zentrale Diatomeen 15-20µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	834	6789	Zentrale Diatomeen 20-25µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	840	6789	Zentrale Diatomeen 5-10µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	49	7844	Ankyra judayi	(G.M.Smith) Fott	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	117	7021	Chlamydomonas	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	179	7813	Coelastrum astroideum	De Notaris	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	183	7568	Coelastrum pseudomicroporum	Korshikov	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	289	7033	Dictyosphaerium pulchellum	Wood	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	333		Eutetramorus/Sphaerocystis		Bacillariophyceae

Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Wardersee, Warder	420	7209	Lagerheimia ciliata	(Lagerheim) Chodat	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	515	7871	Oocystis marssonii	Lemmermann	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	534	7055	Pediastrum boryanum	(Turpin) Meneghini	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	535	7056	Pediastrum duplex	Meyen	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	582	7898	Planktosphaeria gelatinosa	G.M.Smith	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	676	7892	Scenedesmus	Meyen	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	669	7010	Scenedesmus quadricauda	(Turpin) Brébisson sensu Chodat	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	1042	17331	Spermatozopsis exultans	Korshikov	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	751	7281	Tetraedron minimum	(A.Braun) Hansgirg	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	303	7884	Dinobryon sociale	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	443	7306	Mallomonas	Perty	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	438	7308	Mallomonas akrokomos	Ruttner in Pascher	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	740	7803	Synura	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	161	7356	Closterium acutum var. variable	(Lemmermann) Willi Krieger	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	170	7008	Closterium parvulum	Nägeli	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	237	7032	Cryptomonas 35-40µm	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	220	7398	Cryptomonas curvata	Ehrenberg em. Penard	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	627	7894	Rhodomonas lens	Pascher & Ruttner	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	19	8856	Anabaena crassa	(Lemmermann) Komárková- Legnerová & Cronberg	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	21	8032	Anabaena flos-aquae	Brébisson ex Bornet & Flahault	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	54	8031	Aphanizomenon flos-aquae	(Linnaeus) Ralfs ex Bornet & Flahault	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	56	8845	Aphanizomenon issatschenkoi	(Usacev) Proshkina- Lavrenko	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	187	8115	Coelosphaerium kuetzingianum	Nägeli	Bacillariophyceae

Messtell.-Name	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	ALGENKLASSE
Wardersee, Warder	449	8977	Merismopedia tenuissima	Lemmermann	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	452	8153	Microcystis aeruginosa	Kützing	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	454	8181	Microcystis firma	(Kützing) Schmidle	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	455	8912	Microcystis flos-aquae	(Wittrock) Kirchner	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	1632	8800	Microcystis ichthyoblabe	(Kunze) Kütz.	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	584	8438	Planktothrix agardhii	(Gomont) Anagnostidis & Komárek	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	103	17099	Ceratium furcoides	(Levander) Langhans	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	104	7239	Ceratium hirundinella	(O.F.Müller) Dujardin	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	546	17300	Peridiniopsis polonicum	(Woloszyńska) Bourrelly	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	555	7077	Peridinium	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	557	7077	Peridinium klein (<25µm)	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	853	17098	Woloszynskia	R.H.Thompson	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	326	7016	Euglena	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	143	7211	Chrysochromulina parva	Lackey	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	311	7198	Elakatothrix gelatinosa	Wille	Bacillariophyceae
Wardersee, Warder	780	7015	Ulothrix	Kützing	Bacillariophyceae

11.4 Artenliste Zooplankton (Seen 2020, Los 2)

Arenholzer See

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
Muschellarven	SMBivDre000	Dreissena
Wimpertierchen	SCC00000000	Ciliophora
	SCCOLiTIn20	Tintinnopsis
Schalenamöben	SPAArcArc00	Arcella
	SPAArcCen10	Centropyxis aculeata

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
	SPAArcDif00	Diffugia
Rädertierchen	RB000000000	Bdelloidea
	RMAspAsp030	Asplanchna priodonta
	RMBraBra040	Brachionus calyciflorus
	RMBraKel010	Kellicottia longispina
	RMBraKer010	Keratella cochlearis
	RMBraKer050	Keratella quadrata
	RMBraKer090	Keratella tecta
	RMBraNot010	Notholca acuminata
	RMConCon050	Conochilus (Conochilus) unicornis
	RMGasAsc030	Ascomorpha ovalis
	RMHexHex020	Hexarthra mira
	RMLepCol000	Colurella
	RMNotCep000	Cephalodella
	RMSynPol010	Polyarthra dolichoptera
	RMSynPol050	Polyarthra major
	RMSynPol070	Polyarthra remata
	RMSynPol080	Polyarthra vulgaris
	RMSynSyn000	Synchaeta
	RMSynSyn050	Synchaeta pectinata
	RMTesPom020	Pompholyx sulcata
	RMTriTri020	Trichocerca capucina
	RMTriTri130	Trichocerca rousseleti
	RMTriTri150	Trichocerca similis
Blattfußkrebse (Cladocera)	CLBosBos012	Bosmina (Eubosmina) coregoni coregoni

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
	CLBosBos020	Bosmina (Bosmina) longirostris
	CLChyAlo050	Alona quadrangularis
	CLChyCam000	Camptocercus
	CLChyChy030	Chydorus sphaericus
	CLDapDap000	Daphnia
	CLDapDap040	Daphnia (Daphnia) cucullata
	CLDapDap060	Daphnia (Daphnia) galeata
	CLDapDap070	Daphnia (Daphnia) hyalina
	CLDapDap080	Daphnia (Daphnia) longispina
	CLDapDap946	Daphnia galeata/cucullata
	CLDapDap947	Daphnia hyalina/cucullata
	CLLepLep010	Leptodora kindti
	CLSidDia010	Diaphanosoma brachyurum
Ruderfußkrebse (Copepoda)	COCalEud010	Eudiaptomus gracilis
	COCalEud020	Eudiaptomus graciloides
	COCycAca030	Acanthocyclops robustus
	COCycCyc011	Cyclops abyssorum
	COCycCyc040	Cyclops kolensis
	COCycMes010	Mesocyclops leuckarti
	COCycThe030	Thermocyclops oithonoides

Bistensee

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
Muschellarven	SMBivDre000	Dreissena
Larven von Büschelmücken	SMInsDip010	Chaoborus

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
Wimpertierchen	SCC00000000	Ciliophora
	SCCOLiTin20	Tintinnopsis
Schalenamöben	SPAArcArc00	Arcella
	SPAArcDif00	Diffugia
Rädertierchen	RB000000000	Bdelloidea
	RMAspAsp030	Asplanchna priodonta
	RMBraKel010	Kellicottia longispina
	RMBraKer010	Keratella cochlearis
	RMBraKer050	Keratella quadrata
	RMBraKer090	Keratella tecta
	RMBraNot070	Notholca squamula
	RMConCon040	Conochilus (Conochiloides) natans
	RMConCon050	Conochilus (Conochilus) unicornis
	RMSynPol050	Polyarthra major
	RMSynPol080	Polyarthra vulgaris
	RMSynSyn000	Synchaeta
	RMTesPom020	Pompholyx sulcata
Blattfußkrebse (Cladocera)	RMTriTri020	Trichocerca capucina
	RMTriTri150	Trichocerca similis
	RMTroFil030	Filinia longiseta
	RMTroFil060	Filinia terminalis
	CLBosBos012	Bosmina (Eubosmina) coregoni coregoni
	CLBosBos020	Bosmina (Bosmina) longirostris
	CLChyChy030	Chydorus sphaericus
	CLDapDap000	Daphnia

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
	CLDapDap040	Daphnia (Daphnia) cucullata
	CLDapDap060	Daphnia (Daphnia) galeata
	CLDapDap070	Daphnia (Daphnia) hyalina
	CLDapDap080	Daphnia (Daphnia) longispina
	CLDapDap946	Daphnia galeata/cucullata
	CLDapDap947	Daphnia hyalina/cucullata
	CLLepLep010	Leptodora kindti
	CLSidDia010	Diaphanosoma brachyurum
Ruderfußkrebse (Copepoda)	COCalEud020	Eudiaptomus graciloides
	COCycAca030	Acanthocyclops robustus
	COCycCyc000	Cyclops
	COCycCyc060	Cyclops vicinus
	COCycDia010	Diacyclops bicuspidatus
	COCycMes010	Mesocyclops leuckarti
	COCycThe010	Thermocyclops crassus
	COCycThe030	Thermocyclops oithonoides

Brahmsee

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
Muschellarven	SMBivDre000	Dreissena
Larven von Büschelmücken	SMInsDip010	Chaoborus
Wimpertierchen	SCC00000000	Ciliophora
	SCCOLiTin20	Tintinnopsis
Schalenamöben	SPAArcArc00	Arcella
	SPAArcCen10	Centropyxis aculeata

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
	SPAArcDif00	Diffugia
Rädertierchen	RB000000000	Bdelloidea
	RMAspAsp030	Asplanchna priodonta
	RMBraKel010	Kellicottia longispina
	RMBraKer010	Keratella cochlearis
	RMBraKer030	Keratella hiemalis
	RMBraKer050	Keratella quadrata
	RMBraKer090	Keratella tecta
	RMBraNot010	Notholca acuminata
	RMConCon050	Conochilus (Conochilus) unicornis
	RMEucEuc020	Euchlanis dilatata
	RMGasAsc030	Ascomorpha ovalis
	RMSynPol010	Polyarthra dolichoptera
	RMSynPol050	Polyarthra major
	RMSynPol070	Polyarthra remata
	RMSynPol080	Polyarthra vulgaris
	RMSynSyn000	Synchaeta
	RMSynSyn050	Synchaeta pectinata
	RMTesPom020	Pompholyx sulcata
	RMTriTri020	Trichocerca capucina
	RMTriTri030	Trichocerca cylindrica
	RMTriTri130	Trichocerca rousseleti
	RMTriTri150	Trichocerca similis
Blattfußkrebse (Cladocera)	CLBosBos012	Bosmina (Eubosmina) coregoni coregoni
	CLBosBos020	Bosmina (Bosmina) longirostris

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
	CLChyChy030	Chydorus sphaericus
	CLDapDap040	Daphnia (Daphnia) cucullata
	CLDapDap060	Daphnia (Daphnia) galeata
	CLDapDap070	Daphnia (Daphnia) hyalina
	CLDapDap080	Daphnia (Daphnia) longispina
	CLDapDap946	Daphnia galeata/cucullata
	CLLepLep010	Leptodora kindti
	CLSidDia010	Diaphanosoma brachyurum
Ruderfußkrebse (Copepoda)	COCalEud010	Eudiaptomus gracilis
	COCalEud020	Eudiaptomus graciloides
	COCycAca030	Acanthocyclops robustus
	COCycCyc011	Cyclops abyssorum
	COCycCyc060	Cyclops vicinus
	COCycMes010	Mesocyclops leuckarti
	COCycThe010	Thermocyclops crassus
	COCycThe030	Thermocyclops oithonoides

Süseler See

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
Wimpertierchen	SCC00000000	Ciliophora
	SCCOLiTin20	Tintinnopsis
Schalenamöben	SPAArcArc00	Arcella
Rädertierchen	RB00000000	Bdelloidea
	RMAspAsp030	Asplanchna priodonta
	RMBraAnu010	Anuraeopsis fissa

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
	RMBraKel010	Kellicottia longispina
	RMBraKer010	Keratella cochlearis
	RMBraKer050	Keratella quadrata
	RMBraKer090	Keratella tecta
	RMBraNot070	Notholca squamula
	RMConCon050	Conochilus (Conochilus) unicornis
	RMGasAsc030	Ascomorpha ovalis
	RMLecLec000	Lecane
	RMSynPol010	Polyarthra dolichoptera
	RMSynPol070	Polyarthra remata
	RMSynPol080	Polyarthra vulgaris
	RMSynSyn000	Synchaeta
	RMSynSyn050	Synchaeta pectinata
	RTesPom020	Pompholyx sulcata
	RMTriTri020	Trichocerca capucina
	RMTriTri110	Trichocerca pusilla
	RMTriTri130	Trichocerca rousseleti
	RMTriTri150	Trichocerca similis
	RMTriTri160	Trichocerca stylata
	MTroFil030	Filinia longiseta
	MTroFil060	Filinia terminalis
Blattfußkrebse (Cladocera)	CLChyChy030	Chydorus sphaericus
	CLDapDap040	Daphnia (Daphnia) cucullata
	CLDapDap060	Daphnia (Daphnia) galeata
	CLDapDap070	Daphnia (Daphnia) hyalina

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
	CLDapDap946	Daphnia galeata/cucullata
	CLDapDap947	Daphnia hyalina/cucullata
	CLLepLep010	Leptodora kindti
	CLSidDia030	Diaphanosoma mongolianum
Ruderfußkrebse (Copepoda)	COCalEud020	Eudiaptomus graciloides
	COCycCyc011	Cyclops abyssorum
	COCycCyc040	Cyclops kolensis
	COCycCyc060	Cyclops vicinus
	COCycMes010	Mesocyclops leuckarti
	COCycThe010	Thermocyclops crassus
	COCycThe030	Thermocyclops oithonoides

Trammer See

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
Muschellarven	SMBivDre000	Dreissena
Larven von Büschelmücken	SMInsDip010	Chaoborus
Wimpertierchen	SCC00000000	Ciliophora
	SCCerCyp010	Cyphoderia ampulla
	SCCOLiTin20	Tintinnopsis
Schalenamöben	SPAArcArc00	Arcella
	SPAArcCen10	Centropyxis aculeata
	SPAArcDif00	Diffflugia
Rädertierchen	RB00000000	Bdelloidea
	RMAspAsp030	Asplanchna priodonta
	RMBraKel010	Kellicottia longispina

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
	RMBraKer010	Keratella cochlearis
	RMBraKer030	Keratella hiemalis
	RMBraKer050	Keratella quadrata
	RMBraKer090	Keratella tecta
	RMBraNot010	Notholca acuminata
	RMBraNot070	Notholca squamula
	RMConCon050	Conochilus (Conochilus) unicornis
	RMEucEuc020	Euchlanis dilatata
	RMGasAsc020	Ascomorpha ecaudis
	RLepLep000	Lepadella
	RMSynPlo010	Ploesoma hudsoni
	RMSynPol010	Polyarthra dolichoptera
	RMSynPol050	Polyarthra major
	RMSynPol070	Polyarthra remata
	RMSynPol080	Polyarthra vulgaris
	RMSynSyn000	Synchaeta
	RMSynSyn050	Synchaeta pectinata
	RMTesPom020	Pompholyx sulcata
	RMTriTri020	Trichocerca capucina
	RMTriTri150	Trichocerca similis
	RMTroFil030	Filinia longiseta
	RMTroFil060	Filinia terminalis
Blattfußkrebse (Cladocera)	CLBosBos012	Bosmina (Eubosmina) coregoni coregoni
	CLBosBos020	Bosmina (Bosmina) longirostris
	CLCerByt020	Bythotrephes longimanus

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
	CLChyChy030	Chydorus sphaericus
	CLDapDap000	Daphnia
	CLDapDap040	Daphnia (Daphnia) cucullata
	CLDapDap060	Daphnia (Daphnia) galeata
	CLDapDap070	Daphnia (Daphnia) hyalina
	CLDapDap080	Daphnia (Daphnia) longispina
	CLDapDap946	Daphnia galeata/cucullata
	CLDapDap947	Daphnia hyalina/cucullata
	CLLepLep010	Leptodora kindti
Ruderfußkrebse (Copepoda)	COCalEud010	Eudiaptomus gracilis
	COCalEud020	Eudiaptomus graciloides
	COCycAca030	Acanthocyclops robustus
	COCycCyc011	Cyclops abyssorum
	COCycCyc040	Cyclops kolensis
	COCycCyc060	Cyclops vicinus
	COCycDia010	Diacyclops bicuspidatus
	COCycMes010	Mesocyclops leuckarti
	COCycThe030	Thermocyclops oithonoides

Ukleisee

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
Larven von Büschelmücken	SMInsDip010	Chaoborus
Wimpertierchen	SCC00000000	Ciliophora
Wimpertierchen	SCCOLiTIn20	Tintinnopsis
Schalenamöben	SPAArcArc00	Arcella

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
	SPAArcCen10	Centropyxis aculeata
	SPAArcDif00	Diffugia
Rädertierchen	RB000000000	Bdelloidea
	RMAspAsp030	Asplanchna priodonta
	RMBraAnu010	Anuraeopsis fissa
	RMBraBra040	Brachionus calyciflorus
	RMBraKel010	Kellicottia longispina
	RMBraKer010	Keratella cochlearis
	RMBraKer030	Keratella hiemalis
	RMBraKer050	Keratella quadrata
	RMBraKer090	Keratella tecta
	RMConCon050	Conochilus (Conochilus) unicornis
	RMGasAsc020	Ascomorpha ecaudis
	RMGasAsc030	Ascomorpha ovalis
	RMGasGas030	Gastropus stylifer
	RMSynPol010	Polyarthra dolichoptera
	RMSynPol070	Polyarthra remata
	RMSynPol080	Polyarthra vulgaris
	RMSynSyn000	Synchaeta
	RMSynSyn050	Synchaeta pectinata
	RTesPom020	Pompholyx sulcata
	RMTriTri020	Trichocerca capucina
	RMTriTri130	Trichocerca rousseleti
	RMTriTri150	Trichocerca similis
	MTroFil030	Filinia longiseta

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
	RMTroFil060	Filinia terminalis
Blattfußkrebse (Cladocera)	CLBosBos010	Bosmina (Eubosmina) coregoni
	CLBosBos012	Bosmina (Eubosmina) coregoni coregoni
	CLBosBos020	Bosmina (Bosmina) longirostris
	CLChyChy030	Chydorus sphaericus
	CLDapDap040	Daphnia (Daphnia) cucullata
	CLDapDap060	Daphnia (Daphnia) galeata
	CLDapDap070	Daphnia (Daphnia) hyalina
	CLDapDap946	Daphnia galeata/cucullata
	CLLepLep010	Leptodora kindti
	CLSidDia010	Diaphanosoma brachyurum
Ruderfußkrebse (Copepoda)	COCalEud010	Eudiaptomus gracilis
	COCalEud020	Eudiaptomus graciloides
	COCycAca030	Acanthocyclops robustus
	COCycCyc040	Cyclops kolensis
	COCycCyc060	Cyclops vicinus
	COCycMes010	Mesocyclops leuckarti
	COCycThe000	Thermocyclops
	COCycThe010	Thermocyclops crassus
	COCycThe030	Thermocyclops oithonoides

Wardersee RD

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
Muschellarven	SMBivDre000	Dreissena
Larven von Büschelmücken	SMInsDip010	Chaoborus

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
Wimpertierchen	SCC00000000	Ciliophora
	SCCerCyp010	Cyphoderia ampulla
	SCCOliTin20	Tintinnopsis
Schalenamöben	SPAArcArc00	Arcella
	SPAArcCen10	Centropyxis aculeata
	SPAArcDif00	Diffugia
Rädertierchen	RB00000000	Bdelloidea
	RMAspAsp030	Asplanchna priodonta
	RMBraKel010	Kellicottia longispina
	RMBraKer010	Keratella cochlearis
	RMBraKer050	Keratella quadrata
	RMBraKer090	Keratella tecta
	RMConCon050	Conochilus (Conochilus) unicornis
	RMGasAsc030	Ascomorpha ovalis
	RMLepLep000	Lepadella
	RMMytMyt000	Mytilina
	RMSynPol010	Polyarthra dolichoptera
	RMSynPol050	Polyarthra major
	RMSynPol070	Polyarthra remata
	RMSynPol080	Polyarthra vulgaris
	RMSynSyn000	Synchaeta
	RMSynSyn050	Synchaeta pectinata
	RMTesPom020	Pompholyx sulcata
	RMTriTri020	Trichocerca capucina
	RMTriTri130	Trichocerca rousseleti

Tiergruppe	OTL-Nummer	OTL-Name
	RMTriTri150	Trichocerca similis
Blattfußkrebse (Cladocera)	CLBosBos012	Bosmina (Eubosmina) coregoni coregoni
	CLChyChy030	Chydorus sphaericus
	CLDapDap000	Daphnia
	CLDapDap040	Daphnia (Daphnia) cucullata
	CLDapDap060	Daphnia (Daphnia) galeata
	CLDapDap070	Daphnia (Daphnia) hyalina
	CLDapDap080	Daphnia (Daphnia) longispina
	CLDapDap946	Daphnia galeata/cucullata
	CLLepLep010	Leptodora kindti
	CLSidDia000	Diaphanosoma
	CLSidDia010	Diaphanosoma brachyurum
Ruderfußkrebse (Copepoda)	COCalEud010	Eudiaptomus gracilis
	COCalEud020	Eudiaptomus graciloides
	COCycAca030	Acanthocyclops robustus
	COCycCyc011	Cyclops abyssorum
	COCycDia010	Diacyclops bicuspidatus
	COCycMes010	Mesocyclops leuckarti
	COCycThe010	Thermocyclops crassus
	COCycThe030	Thermocyclops oithonoides