

Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2017 – Los 2:

Bistensee, Blankensee, Langsee Süderfahrenstedt, Sankelmarker See, Stendorfer See,
Westensee

(Vergabe-Nr ZB-UO-17-0131000-4121.5)

Bericht

für das

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



von

Dr. Wolfgang Arp, Dr. Ute Michels & apl. Prof. Dr. Gerhard Maier
Berlin, Wildau und Senden, Oktober 2018

Beteiligte Personen und Institutionen:

Auftraggeber:

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

Auftragnehmer:

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

Phytoplanktonuntersuchungen:

Dr. Wolfgang Arp (Lugolproben)

Dr. Juliane Kasten, Lüttig & Friends (Pelagialdiatomeen)

Profundaldiatomeenuntersuchungen:

Dr. Juliane Kasten, Lüttig & Friends

Zooplanktonuntersuchungen:

Dr. Ute Michels (Aqualytis)

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

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

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

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

Dr. Ute Michels (Aqualytis)

Bericht:

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

Fotos Titelseite:

Links: Mikroskopische Aufnahme einer Blaualgenblüte im Blankensee am 19.6.2017 (*Anabaena crassa*) (250fache Vergrößerung).

Rechts: Rädertier *Hexarthra* aus dem Blankensee 2017.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	6
2	Einleitung und Zielsetzung	9
3	Kenndaten der untersuchten Gewässer	10
4	Methodik	11
4.1	Feldmethoden	11
4.2	Labormethoden Planktonanalysen	13
4.2.1	Phytoplanktonanalyse	13
4.2.2	Pelagialdiatomeen	14
4.2.3	Phytoplanktonanalyse	14
4.2.4	Zooplanktonanalyse	14
4.2.5	Daten- und Fotodokumentation	16
4.3	Bewertung mittels Phytoplankton (PSI) im Rahmen der EU-WRRL	16
4.4	Auswertung Zooplankton mit PhytoLoss	18
5	Ergebnisse	21
5.1	Kurzüberblick	21
5.1.1	Trophische und biologische Parameter	21
5.1.2	Phytoplankton	21
5.1.3	Zooplankton	24
5.2	Ergebnisse zu den Indices DI-PROF, PhytoSee und PhytoLoss	28
5.2.1	Diatomeen-Index (DI-PROF)	28
5.2.2	Phyto-Seen-Index (PSI)	29
5.2.3	PhytoLoss-Bewertung	30
5.3	Bistensee	33
5.3.1	Ergebnisse Phytoplankton	34
5.3.2	Ergebnisse Zooplankton	36
5.3.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Bistensee	38
5.4	Blankensee	42
5.4.1	Ergebnisse Phytoplankton	43
5.4.2	Ergebnisse Zooplankton	45
5.4.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Blankensee	47
5.5	Langsee, SL (tiefes Becken)	53
5.5.1	Ergebnisse Phytoplankton	53
5.5.2	Ergebnisse Zooplankton	55

5.5.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Langsee, SL (tiefes Becken).....	58
5.6	Sankelmarker See.....	62
5.6.1	Ergebnisse Phytoplankton.....	62
5.6.2	Ergebnisse Zooplankton.....	64
5.6.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Sankelmarker See.....	67
5.7	Stendorfer See.....	71
5.7.1	Ergebnisse Phytoplankton.....	72
5.7.2	Ergebnisse Zooplankton.....	74
5.7.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Stendorfer See.....	76
5.8	Westensee – Westensee, tiefste Stelle, und Messstelle vor Wrohe.....	80
5.8.1	Ergebnisse Phytoplankton.....	80
5.8.2	Ergebnisse Zooplankton.....	83
5.8.3	Diskussion Phyto- und Zooplankton Westensee.....	87
5.9	Nähere Betrachtungen zum Sommerplankton (Phytoplankton).....	91
5.9.1	Anlass und Einführung.....	91
5.9.2	Methodik der Betrachtungen.....	93
5.9.3	Überblick Summenparameter und Algengroßgruppen.....	94
5.9.4	Dominante Taxa (-gruppen) der 4 funktionellen Gruppen im Vergleich.....	96
5.9.5	Zusammenfassung.....	102
6	Literatur.....	105
7	Bestimmungsliteratur.....	110
8	Tabellenverzeichnis.....	114
9	Abbildungsverzeichnis.....	117
10	Anschriften der Verfasser.....	123
11	Anhang.....	124
11.1	Messstellen, Probenahmeterminale und -tiefen der Phytopl.Proben.....	124
11.2	Messstellen, Probenahmeterminale und -tiefen der Zoopl.Proben.....	125
11.3	Artenlisten Phytoplankton incl. Pelagialdiatomeen (Seen 2017, Los 2).....	126
11.4	Artenliste Profundaldiatomeen (Seen 2017, Los 2).....	138
11.5	Artenliste Zooplankton (Seen 2017, Los 2).....	142

1 Zusammenfassung

Im Rahmen der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) sowie des bundesweiten Seenmonitoring-Programms wurde 2017 in Schleswig-Holstein das Phytoplankton und Zooplankton untersucht. Von allen Seen wurden im Zeitraum März/April bis Oktober/November in nahezu monatlichen Abständen aus unterschiedlichen Tiefen Schöpfproben als Mischproben für die Phytoplanktonanalyse entnommen. Für die Zooplanktonanalyse wurden Proben von Vertikalnetzzügen der Maschenweite 55 µm entnommen. Die entnommenen Proben wurden mikroskopisch analysiert und anschließend im Rahmen der EU-WRRL bewertet:

- Die Seen wurden anhand der Qualitätskomponente (QK) Phytoplankton mit Version Phytosee 7.0 bewertet, bei dem multimetrisch die Planktonbiomasse (Chlorophyll a und Biovolumen), der Anteil ausgewählter Algenklassen und die Häufigkeit von Indikatorarten gewichtet einbezogen werden (Phyto-See-Index = PSI). Im Voraus wurde vom LLUR als Referenz der See- bzw. Planktontyp bestimmt.
- Des Weiteren wurden das Zooplankton mit dem Verfahren PhytoLoss Version 1.2.1 bewertet, bei dem schwerpunktmäßig durch Vernetzung mit den Phytoplanktondaten u.a. die Bedeutung des Grazing bewertet wird.

Zudem wurden Profundalproben auf die planktischen Diatomeen untersucht. Daraus wurde der DI-PROF berechnet, der fakultativ zur Gesamtbewertung eines Sees beiträgt.

Die Bewertung der Seen anhand der Qualitätskomponente (QK) Phytoplankton ergab unter Einbeziehung der fachgutachterlichen Plausibilitätsprüfung für die einzelnen Messstellen folgende Einstufung (PhytoSee-Index (PSI) ohne DiProf), wobei der gesamte mögliche Probenahmezeitraum (März – November) einbezogen wurde:

- **Guter** ökologischer Zustand (Klasse 2) für 5 Messstellen (Blankensee, Langsee SL, Sankelmarker See und Westensee (tiefste Stelle und Stelle vor Wrohe).
- **Mäßiger** ökologischer Zustand (Klasse 3) für den Stendorfer See und nach fachgutachterlicher Einschätzung auch für den Bistensee.

Vor dem Hintergrund der limnochemischen und physikalischen Daten und früherer Untersuchungen wurden die ermittelten Daten des Jahres 2017 für jeden See eingeordnet und bewertet:

- Der mittelgroße polymiktisch eingestufte **Bistensee** ist sommerlich meist geschichtet und weist in dieser Zeit ein relativ großes Epilimnion auf (eingestuft als Planktontyp 11.1). Die Phytoplanktongehalte sind ganzjährig (leicht) erhöht, wobei ab Spätsommer bei steigenden Phosphorgehalten Cyanobakterien mit der Gattung *Microcystis* in moderater Ausprägung dominieren, ohne sehr hohe Biomassen auszubilden. Die Umsetzung von Phosphor in Chl.a ist eher schwach ausgeprägt. Der See wurde anhand der QK Phytoplankton mit „gut“ im Grenzbereich zu „mäßig“ eingestuft. Fachgutachterlich wird der See „mäßig“ eingestuft, da der Planktontyp 11.1 im Grenzbereich zu Typ 14 und Typ 10.1 liegt.- Beim Zooplankton

weist die mittlere Biomasse auf mesotrophe Bedingungen hin (TGL 27885/01). Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplankton-Biomasse ist auf Grund der geringen Futterqualität des Phytoplanktons nur mäßig. Prädationseffekte durch Fische sind mäßig bis gering. Im Vergleich zu vorangegangenen Untersuchungen sind keine signifikanten Veränderungen zu verzeichnen.

- Der sehr flache und makrophytendominierte **Blankensee** ist als kalkarmer See ein Sondertyp (Typ 88.3). Der Trophiestatus des ehemals polytrophen Sees liegt im achten Jahr nach der Restaurierung (Phosphatfällung mit dem Fällmittel Bentophos im Herbst 2009) im Grenzbereich von eutroph 1 bis 2. Bei stets moderat erhöhten Phosphorgehalten nehmen die jahreszeitlichen Schwankungen im Phytoplanktongehalt, die größer als beim Phosphor sind, seit 2013 zu, insbesondere durch sommerliche Peaks (v.a. Nostocales). Die Einstufung des Sees (Planktontyp 11.2) anhand der QK Phytoplankton ist für 2017 gut. Diese Bewertung ist trotz der phasenweise auftretenden sommerlichen Blüten zu rechtfertigen, da in der übrigen Zeit die Phytoplankton-Biomassen niedrig sind.- Die Daten zum Zooplankton mit zahlreichen Litoralarten indizieren die Wichtigkeit des Litorals. Auffällig im aktuellen Jahr ist die starke Präsenz der Daphnien während des gesamten Untersuchungszeitraumes, was für schwache Prädationseffekte durch Fische spricht. Erwähnenswert sind auch der Artenwechsel bei den Daphnien von *D. galeata* im Frühjahr hin zu der größeren *D. pulicaria* im Sommer sowie die anteilig stark vertretenen Rädertiere. Hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung der Zooplankton-Biomasse nach der Bentophos-Behandlung im Jahr 2009 ist zunächst 2010 eine Abnahme zu beobachten und anschließend im Trend wieder eine Zunahme (im aktuellen Jahr auf durchschnittlich ca. 0,36 mg TM/L). Beim Cladoceren-Größenindex (MCM) ist tendenziell ebenfalls ein Aufwärtstrend hin zu größeren Filtrierern zu sehen.
- Der mittelgroße und flache **Langsee, SL**, ist aufgrund der ausgeprägten Ost-West-Streckung sehr windexponiert und daher an der tiefsten Stelle sommerlich sehr schwach geschichtet, wobei das Epilimnion tief nach unten reicht. Der stark eutrophe See wurde im größeren Ostbecken untersucht und ist in der ersten Jahreshälfte deutlich durch Bacillariophyceen (Kieselalgen) geprägt, wobei die Algenbiomassen bei moderat erhöhten Nährstoffgehalten relativ gering sind. Im Hochsommer ist der Umsatz von Phosphor in Algenbiomasse deutlich erhöht und es kommt zu Blaualgenpeaks mit der Hauptgattung *Microcystis*. Die Einstufung des Sees (Planktontyp 11.1) anhand der QK Phytoplankton ist gut. Diese Einstufung ist plausibel, da die Phytoplanktonbiomasse im Saisonmittel eher moderat ist.- Hinsichtlich der Biomasse des Metazooplanktons liegt der Langsee im oberen mesotrophen Bereich (TGL 27885/01). Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonbiomasse ist auf Grund der sehr geringen Futterqualität gering bis sehr gering. Fraßeffekte durch Fische sind deutlich. Im Vergleich mit vorangegangenen Untersuchungen sind tendenziell ein Anstieg der Zooplanktonbiomasse und eine Erhöhung des Fraßdrucks durch Fische zu verzeichnen.
- Der relativ kleinflächige und zudem flache **Sankelmarker See** ist aufgrund der Ost-West-Streckung windexponiert und daher an der tiefsten Stelle sommerlich schwach geschichtet, wobei das Epilimnion tief nach unten reicht. Der stark eutrophe See ist bis in den Mai hinein deutlich kieselalgengeprägt geprägt, wobei die Algenbiomassen bei moderat erhöhten

Nährstoffgehalten relativ gering sind. Im Hochsommer ist der Umsatz von Phosphor in Algenbiomasse deutlich erhöht und es kommt zu Blaualgenpeaks mit der Hauptgattung *Microcystis*. Die Einstufung des Sees (Planktontyp 11.1) anhand der QK Phytoplankton ist gut.- Hinsichtlich der Biomasse des Metazooplanktons liegt der Sankelmarker See im Grenzbereich zwischen mesotroph und eutroph (TGL 27885/01). Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonbiomasse ist auf Grund der geringen Futterqualität des Phytoplanktons gering, der Prädationsdruck durch Fische wird ebenfalls als „gering“ eingeschätzt. Im Vergleich mit Altdaten sind Eutrophierungstendenzen erkennbar.

- Der relativ kleinflächige **Stendorfer See** entwässert als erster größerer See der Schwentine-Seenkette ein relativ zum Seevolumen großes Einzugsgebiet und hat entsprechend eine relativ geringe theor. Verweilzeit. Der stark eutrophe Flachsee ist nur im Frühsommer schwach geschichtet. Nach ausgeprägter Dominanz der Kieselalgen bis zum Mai dominieren im Frühsommer verschiedene Algengruppen. Im Spätsommer bei deutlich angestiegenen P-Gehalten wird das Phytoplankton vor allem durch Cyanobakterien mit der Hauptgattung *Microcystis* geprägt, wobei die Biomassebildung relativ zum Nährstoffangebot niedrig ist. Die Einstufung des Sees (Planktontyp 11.1) anhand der QK Phytoplankton ist mäßig.- Beim Zooplankton weist die mittlere Biomasse auf polytrophe Bedingungen hin (TGL 27885/01). Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonbiomasse ist auf Grund der geringen Futterqualität des Phytoplanktons nur mäßig. Fische üben einen mäßigen Prädationsdruck auf das Zooplankton aus. Im Vergleich mit Voruntersuchungen sind Eutrophierungstendenzen zu verzeichnen.
- Der sehr großflächige **Westensee** ist relativ zur Fläche ein flacher See, wodurch der Großteil des Wasserkörpers ganzjährig durchmischt ist (Planktontyp 11.1). Bei im Mittel erhöhten Phosphorgehalten wird relativ wenig in Algenbiomasse umgesetzt. Die starke Turbulenz im See führt zu deutlicher ganzjähriger Kieselalgen-Präsenz und im Sommer zur Dominanz von *Ceratium* (Dinophyceen) und zunehmend bis zum Herbst von Cyanobakterien (Nostocales und *Microcystis*), wobei die sommerlichen Peaks nicht ausgeprägt sind. Es wurden zwei Messstellen ähnlicher Tiefe im Ost- und Westbereich des Sees untersucht. Die Phytoplanktonbiomasse und -zusammensetzung ist sehr ähnlich. Geringe Unterschiede sind im leicht unterschiedlichen Schichtungsverhalten begründet. Die Einstufung des Sees (Planktontyp 11.1) anhand der QK Phytoplankton ist an beiden Stellen gut.- Hinsichtlich der Biomasse des Metazooplanktons liegt der Westensee (beide Messstellen) im Grenzbereich zwischen mesotroph und eutroph (TGL 27885/01), wobei die Stelle vor Wrohe etwas höhere Biomassengehalte aufweist. Der Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse ist auf Grund der geringen Futterqualität des Phytoplanktons nur gering (MS tiefste Stelle) bis mäßig (MS vor Wrohe). Fische üben generell nur einen mäßigen Prädationsdruck auf das Zooplankton aus. Im Vergleich mit Voruntersuchungen haben sich bei ähnlichen Taxazahlen die Biomasseverhältnisse beider Messstellen zueinander verändert: Die Biomasse im Bereich der MS „tiefste Stelle“ ist aktuell deutlich niedriger als 2006 und liegt unter dem Wert für die Messstelle „vor Wrohe“, demgegenüber sind vor Wrohe aktuell höhere Biomassen zu verzeichnen, die über den Werten der Messstelle an der tiefsten Stelle liegen.

In einem abschließenden Kapitel wird die sommerliche Dominanz der wichtigsten Taxa, v.a. *Ceratium* (Dinophyceen) und *Microcystis* (Cyanobakterien), durch Betrachtung weiterer Seen aus Schleswig-Holstein eingeordnet und bewertet.

2 Einleitung und Zielsetzung

Im Jahr 2017 wurden 6 natürliche Seen > 50 ha mit 7 Messtellen (2 Seebecken im Westensee) bezüglich der Phytoplanktonentwicklung im Rahmen des operativen Monitorings nach EU-WRRL oder als Erfolgskontrolle nach einer Maßnahme (Blankensee) untersucht.

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. Profundalدياتomeen). Dies war auch Anlass, den ökologischen Zustand der 6 schleswig-holsteinischen Seen anhand des Phytoplanktons im Jahr 2017 zu untersuchen.

Zum besseren Verständnis der Planktonzönose und der Nahrungskettensteuerung war auch 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 der zeitlichen Entwicklung zu beschreiben.

3 Kenndaten der untersuchten Gewässer

Es wurden 6 natürliche Seen mit 7 Messstellen untersucht, alle > 50 ha außer dem Blankensee (Tab. 1). In Tab. 2 sind die Messstellen des jeweiligen Sees aufgelistet.

Tab. 1: Kenndaten der 6 untersuchten Seen 2017, Los 2 (Datenquelle: LLUR).
Erläuterungen: VQ = Volumenquotient = oberird. Einzugsgebietsfläche / Seevolumen. ⁽¹⁾: Seetyp nach MATHES et al. (2005) für Seen > 50 ha. ⁽²⁾: 88.3 = kalkarmer See.

See-Nr.	Seename	See-Typ ⁽¹⁾	VQ (km ² / 10 ⁶ m ³)	Seevol. Mio (m ³)	Verweilzeit (a)	Seefläche (ha)	mittlere Tiefe (m)	max. Tiefe (m)
0025	Bistensee	11	2,1	10,8	1,5	145,6	7,4	14,7
0026	Blankensee	88.3 ⁽²⁾	6,9	0,4	0,8	23,0	1,6	2,7
0228	Langsee, SL	11	3,7	8,5	0,9	137,1	6,2	13,3
0344	Sankelmarker See	11	5,1	3,7	0,6	56,8	6,5	11,2
0391	Stendorfer See	11	8,3	2,2	0,4	55,0	4,1	8,0
0443	Westensee	11	6,2	41,6	0,5	683,7	6,1	17,6

Tab. 2: Auflistung der 7 untersuchten Messstellen 2017 mit den See- und Messstellen-Nummern. (Quelle: LLUR). Die Seen sind alphabetisch geordnet. **Erläuterungen:** Planktontyp: nach MISCHKE.

See-Nr.	Seename	MS-NR	Messstelle	Planktontyp
0025	Bistensee	129133	Bistensee, tiefste Stelle	11.1
0026	Blankensee	129219	Blankensee, tiefste Stelle	11.2
0228	Langsee, SL	129162	Langsee SL, tiefste Stelle	11.1
0344	Sankelmarker See	129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	11.1
0391	Stendorfer See	129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	11.1
0443	Westensee	129018	Westensee, tiefste Stelle	11.1
0443	Westensee	129017	Westensee; Messstelle vor Wrohe	11.1

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 und in den Flachseen Schöpfproben 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 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). 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 2017 in etwa monatlichem Rhythmus insgesamt folgende Anzahl Proben entnommen (Messstellen und Termine siehe Anhang Kap. 11.1 und 11.2):

- 49 Schöpfproben als integrierte Mischproben von 7 Messstellen für das **Phytoplankton** (250 ml für das gesamte Phytoplankton), mit anschließender Lugolfixierung. Alle 49 Schöpfproben wurden ausgewertet.
- 49 Schöpfproben (Rückstellproben) für die Erstellung von Schalenpräparaten zur **Diatomeenanalyse**, mit anschließender Lugolfixierung. Davon wurden 22 Proben präpariert (s.u.)
- einmalig 7 Profundalproben (7 Messstellen) aus dem Profundalschlamm zur Analyse der **Profundaldiatomeen**. Die Proben wurden im Anschluß an die Probenahme in einem Gefrierbeutel kühl und dunkel unfixiert gelagert und danach eingefroren. Der oberste Zentimeter integriert in etwa die Zusammensetzung der Diatomeenflora der letzten 3 (2-6) Jahre (NIXDORF et al. 2008). Alle 7 Proben wurden ausgewertet.
- 49 Netz- (Vertikalzüge) von 7 Messstellen für die Analyse des **Zooplanktons**, mit anschließender Formalinfixierung. Alle 49 Proben wurden ausgewertet.

4.2 Labormethoden Planktonanalysen

4.2.1 Phytoplanktonanalyse

Das Phytoplankton wurde durch Auswertung aller 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. Zählseinheiten 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 **22 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 Phytoplanktonanalyse

Alle **7 entnommenen Profundalproben** wurden präpariert und von ihnen Dauerpräparate erstellt.

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

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

4.2.4 Zooplanktonanalyse

Es wurden alle **49 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 (überwiegend 5 ml Kammern) verwendet, die nach einer Sedimentationszeit von ca. 10 (Crustaceen) bis 30 Minuten (Rotatorien) unter dem inversen Mikroskop (Olympus CKX41, Zeiss IM35) ausgezählt wurden (Vergrößerung ca. 60-fach bei Crustaceen und 100-fach bei Rotatorien). Bei der Suspension der Proben wurde (durch mehrfaches Schwenken und Umstürzen der Suspensionskolben) darauf geachtet, dass das Zooplankton homogen verteilt ist. Bei der Abfüllung der Kammern wurde möglichst rasch gearbeitet, da große Zooplankter (Daphnien, eitragende Copepodenweibchen) rasch sedimentieren und bei „langsamer Vorgehensweise“ nicht repräsentativ erfasst werden. Für aspektbestimmende Arten wurden mindestens 100 Individuen ausgezählt. Insgesamt wurden mindestens 400 Individuen je Probe (ohne Copepoden Nauplien) ausgezählt (siehe Empfehlungen PhytoLoss-Verfahrensanleitung).

Biomasse-Bestimmung

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

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 Schwimfflossen und einer Körperlänge von \leq ca. 100 μm wurden als *P. remata* determiniert; Individuen mit etwa körperlangen bzw. deutlich über körperlangen Schwimfflossen und einer Körperlänge zwischen ca. 100 und 150 μm wurden als *P. vulgaris* bzw. *P. dolichoptera* bestimmt und Individuen \geq 150 mit ca. körperlangen, breiten bzw. sehr breiten Schwimfflossen 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 zugeordnet. Nauplien wurden nach Calanoiden und Cyclopoiden differenziert. Sofern notwendig, wurden kritische Taxa mittels präparativer Methoden abgesichert (z.B. P5 Präparation etc. bei Copepoden). Informationen zu Indikatorarten wurden z. B. den Arbeiten GLIWICZ (1969), KARABIN (1983), GANNON & STEMBERGER (1978), GELLER & MÜLLER (1981) oder MAIER (1996) entnommen.

4.2.5 Daten- und Fotodokumentation

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

Desweiteren wurden Fotos von wichtigen Pelagial- und Profundaldiatomeen 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 7 See-Messstellen bewertet. Die Bewertung erfolgte nach MISCHE et al. (2008), mit den neuesten Ergänzungen und Änderungen der Software (**PHYTOSEE 7.0**, 15.12.2017, <http://www.gewaesserbewertung.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:

Aus den drei Teilkomponenten „Biomasse“, „Algenklassen“ und „PTSI“ wird, spezifisch für jeden Seetyp, mithilfe von Gewichtungsfaktoren der **Gesamtindex (PSI)** ermittelt (Gewichtungsfaktoren aller Komponenten für jeden Seetyp:

Tab. 3). Es werden dabei die Werte der Teilindices, nicht die ökologischen Zustandsklassen, gemittelt:

- **Metric „Biomasse“:** Dieser Metric setzt sich aus dem arithmetisches Mittel jeweils des Gesamtbiovolumens und Chlorophyll a der gesamten Saison und zudem aus dem Max.Wert Chlorophyll a (nur, falls dieser um 25 % größer als der Saisonmittelwert ist und mindestens drei Messungen vorliegen) zusammen. Die Ist-Werte der drei Parameter werden für jeden Seetyp mittels einer Bewertungsfunktion in einen Wert zwischen 0,5 und 5,5 umgerechnet. Zur Seenbewertung wird für die Ermittlung des Indexes des Metric „Biomasse“ das arithmetische Mittel aus den drei oben genannten Einzelindices gebildet.
- **Metric „Algenklassen“:** Aufsummierte Biovolumina oder der Prozentanteil am Gesamtbiovolumen von ausgewählten Algenklassen werden je nach Seetyp als Mittel bestimmter Monate gebildet.
- **Metric „PTSI“ (=Phytoplankton-Taxon-Seen-Index):** Basis des PTSI sind Indikatorarten zur trophischen Klassifizierung. Für den PTSI können die Daten aller Monate des Jahres verwendet werden. Der PTSI wird für jeden Probenfund mittels der vorliegenden Trophieanker- und Stenökiewerte der Indikatorarten einzeln berechnet. Durch Einstufung in eine von acht vorliegenden „Abundanzklassen“ geht dabei auch das Biovolumen der jeweiligen Indikatorart in die Bewertung ein. Der ermittelte PTSI (Mittelung aller PTSI-Werte des Jahres) ist direkt mit dem LAWA-Index vergleichbar (gleiche mathematische Dimension). Zur Seenbewertung wird der PTSI mittels einer Formel, in die die Referenztrophyie mit eingeht, in einen PTSI-Bewertungswert zwischen 0,5 und 5,5 umgerechnet.
- **Metric „DI-PROF“ (fakultativ):** Anhand des Anteils jeder einzelnen Art sowie ihres Trophieoptimumwertes und einem artspezifischen Gewichtungsfaktor wurde für jede Probe der Diatomeenindex auf der Basis planktischer Diatomeen aus dem Profundal (= DiProf Ist) berechnet. Dieser Index kann anhand eines Eichdatensatzes norddeutscher Seen einer Trophieklasse zugeordnet werden. Aktuell wird der DiProf 2006 verwendet, der im Rahmen von 167 Profundal-Diatomeenproben aus glazial entstandenen norddeutschen Seen im Jahr 2006 u.a. im Auftrag des Landesamtes für Umwelt und Natur Schleswig-Holstein entwickelt wurde (SCHÖNFELDER 2006). Zur Seenbewertung wird der „DiProf Ist“ mittels einer Formel, in die die eigens für den DiProf zugrunde gelegte Referenztrophyie mit eingeht, in einen DiProf-Bewertungswert zwischen 0,5 und 5,5 umgerechnet (DiProf-Note). Dieser Metric wurde von SCHÖNFELDER (2004 und 2006) entwickelt.

Der Gesamtindex PSI wird mit einer Stelle hinter dem Komma dargestellt. Der 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). Im Rahmen der EU-WRRL wurde zur Komplettierung des planktischen Nahrungsnetzes das 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 wesentlichen Ergebnisse für jeden See wurden als Steckbriefe in Tabellenform und die wesentlichen 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 wurde in früheren PhytoLoss-Versionen die Mittlere Cladoceren-Biomasse eines Individuums (= MCM, früher GIC = Größenindex Cladoceren) berechnet und direkt proportional in jeweilige Effektklassen umgesetzt. Bei der aktuellen PhytoLoss-Version bleibt die Berechnung des MCM bestehen, die Umsetzung in eine Effektklasse erfolgt umgekehrt proportional (genannt FPI → genaueres siehe unten). Der MCM-Index errechnet sich als Quotient aus der mittleren Cladocerenbiomasse und der mittleren Abundanz der Cladoceren einer Probe. Liegt der MCM im Sommer (zur Zeit des stärksten Fisch-Prädationsdruckes) bei ca. 6 µg 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 MCM 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** in 7 Effektklassen angegeben, wobei der FPI wie oben erwähnt umgekehrt proportional zum MCM ist. Eine hohe Effektklasse beim FPI bedeutet somit eine kleine mittlere Cladocerenbiomasse (kleiner Quotient bzw. kleiner MCM) 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 die Prozentangabe $\times 0,07$ als Ergebnis die Effektklasse ergeben (bzw. Effektklasse / 0,07 = %).
- Die Grazing-Indizes **MGI** (= Metazooplankton-Grazing-Index) und **CGI** (= Cladoceren-Grazing-Index) charakterisieren den Fraßdruck des Zooplanktons auf das fressbare Phytoplankton (Details siehe DENEKE, MAIER & MISCHKE 2015).

Umrechnung der Biomassen von Phyto- und Zooplankton

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

abweichen bzw. abweichen können. Diese von Phytozooz abweichende Darstellung wird jeweils gesondert gekennzeichnet.

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

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

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

5 Ergebnisse

5.1 Kurzüberblick

5.1.1 Trophische und biologische Parameter

In Tab. 5 sind Jahresmittel wichtiger limnologischer Parameter für 2017 aufgelistet. Alle untersuchten Seen sind bis auf den Blankensee (März 2017: 10 mg/l Ca) kalkreich und gut gepuffert. Auffällig sind die sehr hohen Zooplankton-Gehalte im Stendorfer See.

Tab. 5: **Jahresmittelwerte** wichtiger limnologischer Parameter der See-Messstellen 2017, Los 2. **Erläuterungen:** Chemiewerte aus 1 m Tiefe; BV (Biovolumen) und Chl.a als integrierte Probe (siehe Kap. 4.1 Feldmethodik); Zoopl. mittels eines Vertikalzugs. Abkürzungen: TP = Gesamtphosphor, TN = Gesamtstickstoff (Datenquelle Chemie: LLUR).

MS Nr.	Seename	Sicht-tiefe [m]	Chl.a (µg/l)	TP (mg/l)	TN (mg/l)	Gesamt-BV (mm ³ /l)	TG Zoopl. (µg/l)
129133	Bistensee, tiefste Stelle	2,0	20,5	0,088	1,33	2,7	180
129219	Blankensee, tiefste Stelle	1,7	24,5	0,045	1,33	4,8	361
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	1,7	22,4	0,051	1,83	3,6	278
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	1,6	21,9	0,075	2,73	3,5	239
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	1,2	30,9	0,094	1,99	5,7	842
129018	Westensee, tiefste Stelle	2,8	13,5	0,063	1,36	2,6	239
129017	Westensee; Messstelle vor Wrohe	2,4	14,9	0,072	1,42	3,0	379

5.1.2 Phytoplankton

Alle untersuchten Seen sind polymiktisch (Typ 11.1 und 11.2).

In den 7 untersuchten Seestellen wurden im Mittel 25 verschiedene Taxa je Probe analysiert (ohne Größenklassen). Je See (7 Proben) wurden im Mittel 68 verschiedene Taxa gefunden, die höchste Anzahl im Westensee (98), die geringste Zahl im makrophytendominierten Blankensee (48 Taxa).

Zwischen der Chlorophyll-*a*-Konzentration und der Phytoplanktonbiomasse lässt sich für den Datenbereich ein enger linearer Zusammenhang nachweisen ($r^2 = 0,90$; $n = 49$).

Der Anteil des Chlorophyll-*a* am Phytoplankton-Biovolumen liegt bei Betrachtung aller 49 Einzelwerte im Bereich 0,31 bis 1,68 %. Der Median der Einzelproben beträgt 0,69 %, das arithmetische Mittel 0,72 %. Die Werte liegen damit in gleichem Größenbereich eigener Untersuchungen der letzten Jahre in Nordostdeutschland (u.a. ARP & MAIER 2016, ARP, MAIER & MICHELS 2015; ARP, KOPPELMEYER & WÖBBECKE 2014). Der Mittelwert des Chlorophyll *a* am Phytoplanktonbiovolumen aller Einzelproben von WRRL-Seen in Deutschland ab 2006 bis 2012 liegt bei 0,81 % (U. Riedmüller, pers. Mitteilung 2012).

In Abb. 1 sind die mittleren Gehalte (Median) und Perzentile je See-Messstelle 2017 für Gesamtphosphor (TP), Chl.a und das Phytoplankton-Biovolumen dargestellt:

- Die **TP**-Gehalte sind im Mittel moderat (Blankensee und Langsee, SL) bzw. deutlich erhöht (restliche Seen) (Friedman-Test: signifikant verschieden, $P < 0,032$).
- Beim **Chl.a** zeigen sich Unterschiede zum Phosphor. Beim Blankensee und Langsee, SL, ist der Umsatz von Phosphor in Algenbiomasse am höchsten. Beide Seen sind bei der jahreszeitlichen Verteilung der Algenbiomasse auf ähnlichem Niveau wie die meisten anderen Seen
- Das **Phytoplankton-Biovolumen** zeigt erwartungsgemäß ähnliche Trends wie Chl.a (Friedman-Test: keine Unterschiede, $P > 0,4 = \text{ns}$; ebenso beim Chl.a).

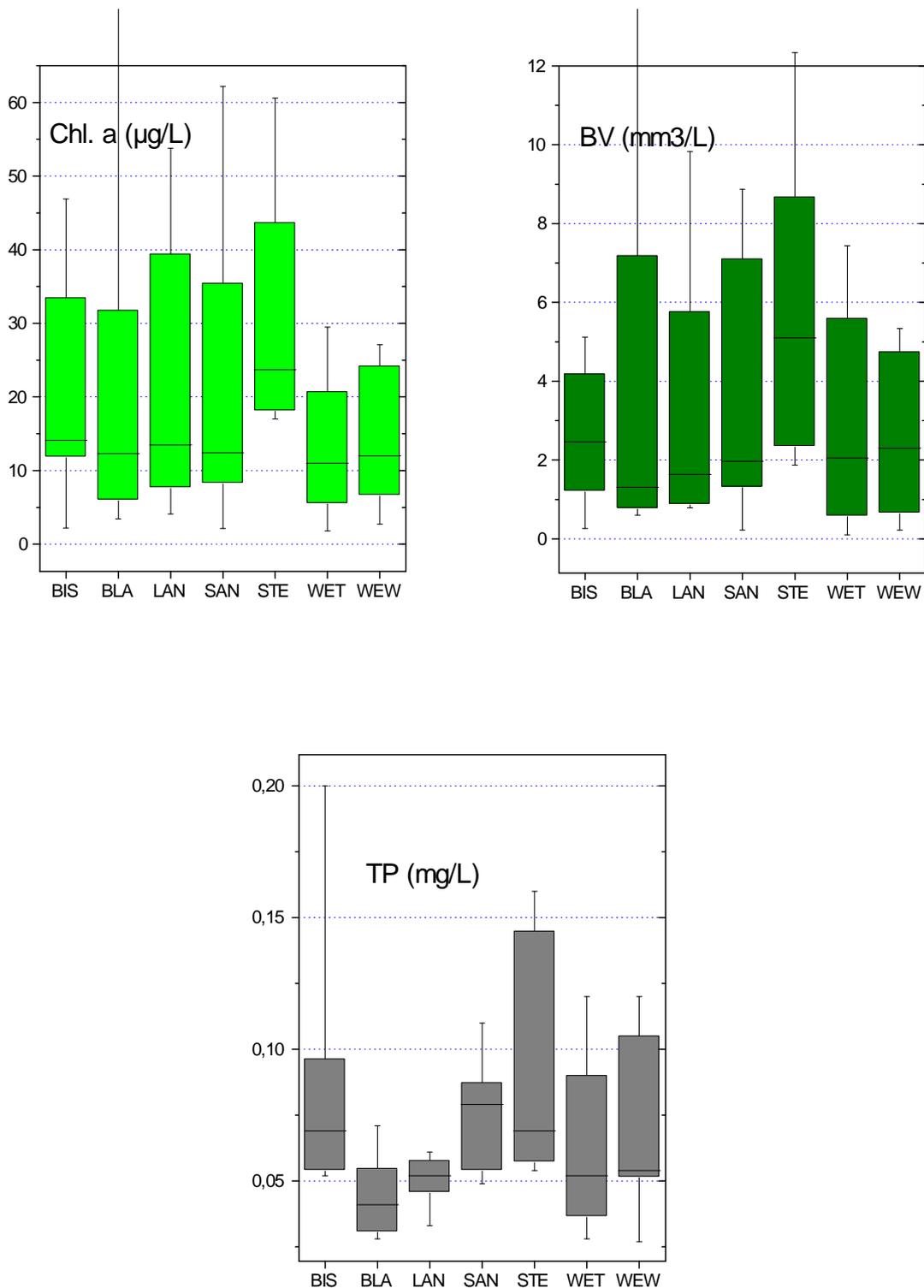


Abb. 1: Reihung der 7 See-Messstellen 2017, Los 2, hinsichtlich Chl.a (**oben links**), des Phytoplankton-Biovolumens (**oben rechts**) und Gesamtphosphor (TP) (**unten**), über den gesamten Untersuchungszeitraum durch ein Kastendiagramm (Boxplot): Mediane (Querstrich) + 25- und 75%-Perzentil (Kasten); Whisker (Vertikalstriche): 5/95-Perzentile. **Abkürzungen:** BIS = Bistensee, BLA = Blankensee, LAN = Langsee, SAN = Sankelmarker See, STE = Stendorfer See, WET = Westensee-tiefste Stelle, WEW = Westensee-Wrohe.

5.1.3 Zooplankton

In den untersuchten Seen wurden insgesamt 78 Metazooplankton-Taxa nachgewiesen, darunter 41 Rädertier-, 22 Cladoceren-, 14 Copepoden-Taxa sowie zusätzlich 2 Taxa aus der Kategorie „Sonstige“. Im Mittel wurden **41 Taxa pro See** erfasst, wobei der Sankelmarker See die niedrigsten Taxazahlen aufweist, der Westensee die höchsten (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Tab. 6: Das Zooplankton in den untersuchten Seen 2017, Los 2 - Übersicht

Seen			Blankensee	Bistensee	Langsee	Sankelmarker See	Stendorfer See	Westensee tiefste Stelle	Westensee vor Wrohe
Probenzahl	N		7	7	7	7	7	7	7
Entnahmetiefe	m		0,5m, 1m, 1,5m	13	12	10	6	16	13
Anzahl Taxa									
gesamt	N		36	35	37	33	45	51	51
Rotatoria	N		17	19	22	18	27	31	32
Cladocera	N		11	9	10	10	10	12	10
Copepoda	N		8	7	5	5	8	8	9
Abundanz									
Rotatoria	Mittel	Ind./L	2936	205	225	91	743	238	425
Cladocera	Mittel	Ind./L	21	38	31	13	64	17	37
Calanoida	Mittel	Ind./L	9	6	15	18	67	21	24
Cyclopoida	Mittel	Ind./L	66	45	36	41	101	48	75
Biomasse TG									
ZP ges.	MW	µg/L	381	181	278	239	842	239	379
	Median	µg/L	240	145	289	204	861	226	299
Rotatoria	Mittel	%	30	8	4	1	3	6	7
Cladocera	Mittel	%	55	67	48	58	54	35	37
Calanoida	Mittel	%	4	7	16	17	21	22	15
Cyclopoida	Mittel	%	11	18	32	24	22	36	41
Größenindex									
GIC / MCM	MW ges.	µg/Ind.	10,43	4,02	4,71	10,52	6,95	5,47	5,15
	Median ges.	µg/Ind.	4,11	2,73	2,42	10,21	7,73	4,91	4,15
	Median So.	µg/Ind.	5,96	5,55	2,18	11,57	5,47	4,63	6,57
Z/P ¹									
	Median ges..	%/d	24,58	12,11	39,3	23,1	24,6	24,4	41,1
	Median So.	%/d	21,0	27,4	4,3	7,8	21	5,05	13,95
Sonstige									
Dreissena	Nachweis		Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	ja
Chaoborus	Nachweis		Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	ja
Leptodora	Nachweis		Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	ja

Hinsichtlich der Abundanz stellen die Rotatorien mit durchschnittlich fast 80 % den überwiegenden Teil des Metazooplanktons (Abb. 2, links). Bei der Biomasse kehrt sich das Bild

¹ : Umrechnung von Phytoplankton-Biovolumen in Trockenmasse nach Reynolds (1984)

um; hier haben die Crustaceen mit >90 % bei weitem den größten Biomasse-Anteil (Abb. 2, rechts).

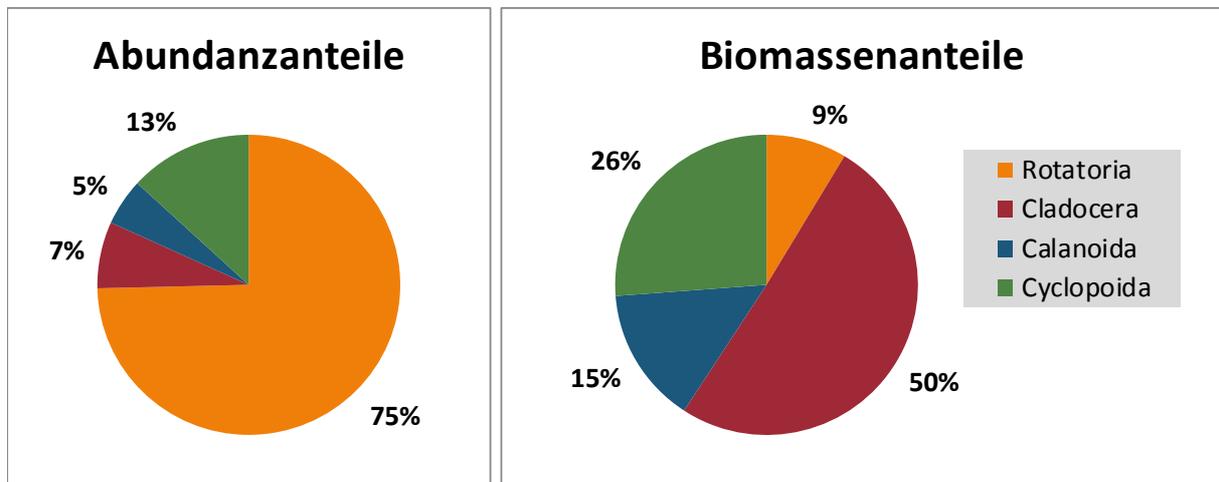


Abb. 2: Durchschnittliche Abundanz-Anteile (**links**) sowie durchschnittliche Biomassen (Trockenmasse)-Anteile (**rechts**) der 4 taxonomischen Großgruppen des Zooplanktons: Mittelwert von allen 2017 untersuchten Seen, Los 2.

Die mittlere Biomasse (berechnet über alle untersuchten Seen) liegt bei ca. 363 $\mu\text{g TM/L}$ (Median 278 $\mu\text{g/L}$) und damit im eutrophen (bzw. oberen mesotrophen) Bereich (TGL 1982). Minimal wurden 181 $\mu\text{g/L}$ (Bistensee) ermittelt, maximal waren es 842 $\mu\text{g/L}$ im Sankelmarker See (Abb. 3). Die Schwankungsbreite beträgt zwischen 78% (Sankelmarker See) und ca. 245% im Westensee (MS vor Wrohe).

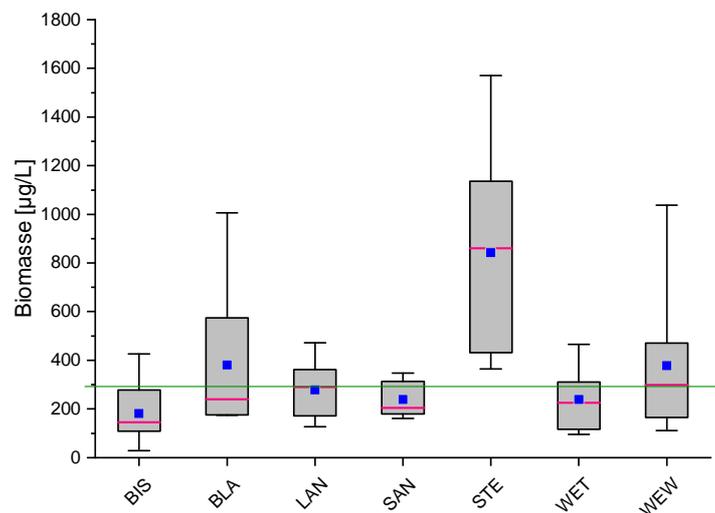


Abb. 3: Durchschnittliche Biomassen (Trockengewichte) des Zooplanktons. Boxplots: Box – 25/75 Perzentile; Linie in Pink – Median; blaue Quadrate – Mittelwerte; Whisker – 5/95 Perzentile; grüne Linie – Übergang mesotroph / eutroph (n. TGL 1982). **Abkürzungen:** BIS = Bistensee, BLA = Blankensee, LAN = Langsee, SAN = Sankelmarker See, STE = Stendorfer See, WET = Westensee-tiefste Stelle, WEW = Westensee-Wrohe

Der Median des **GIC** (bzw. **MCM**) über die Vegetationsperiode liegt (berechnet für alle untersuchten Seen) mit 4,1 $\mu\text{g}/\text{Ind.}$ (Sommermedian 5,6 $\mu\text{g}/\text{Ind.}$) unterhalb der Trockenmasse einer 1-mm-Daphnie. Bezogen auf die gesamte Messperiode weist der Sankelmarker See mit durchschnittlichen 10,2 $\mu\text{g}/\text{Ind.}$ (Median) den höchsten Wert auf. Niedrige Werte wurden für den Bistensee (2,7 $\mu\text{g}/\text{Ind.}$) und den Langsee (2,4 $\mu\text{g}/\text{Ind.}$) ermittelt. Die Unterschiede im GIC zwischen Sankelmarker See und Bistensee sowie zwischen Sankelmarker See und Langsee sind signifikant (Friedmann: $P < 0,001$, paarweise Vergleiche).

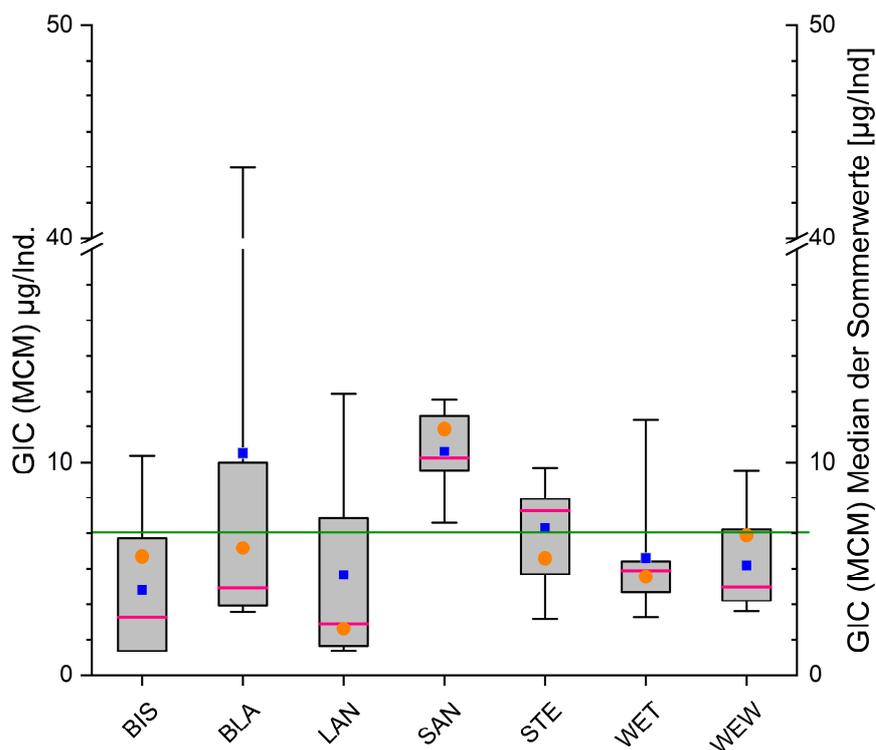


Abb. 4: Durchschnittlicher Cladoceren-Größenindex (GIC = MCM = mittlere Trockenmasse pro Individuum) der untersuchten Seen 2017, Los 2. Boxplots: Box - 25/75 Perzentile; Linie in Pink - Median; blaue Quadrate - Mittelwerte; Whisker - 5/95 Perzentile; orange Punkte - Median der Sommerwerte; grüne Linie - TM einer 1-mm-Daphnie. **Abkürzungen:** BIS = Bistensee, BLA = Blankensee, LAN=Langsee, SAN=Sankelmarker See, STE=Stendorfer See, WET=Westensee-tiefste Stelle, WEW=Westensee-Wrohe

Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse liegt bei Betrachtung des gesamten Untersuchungszeitraumes durchschnittlich (Median) bei 25%/d auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau (Abb. 5). Für den Sommerwert wurde mit 14 %/d ein noch geringerer Wert ermittelt. Im Blankensee war der Medianwert des gesamten Untersuchungszeitraumes (ca. 60 %/d) und im Bistensee der Sommermedian (27 %/d) am höchsten. In allen Seen dominierten im Juli und August schwer/nicht fressbare Algenklassen (meist Blaualgen und/oder Dinoflagellaten) die Gemeinschaft des Phytoplanktons.

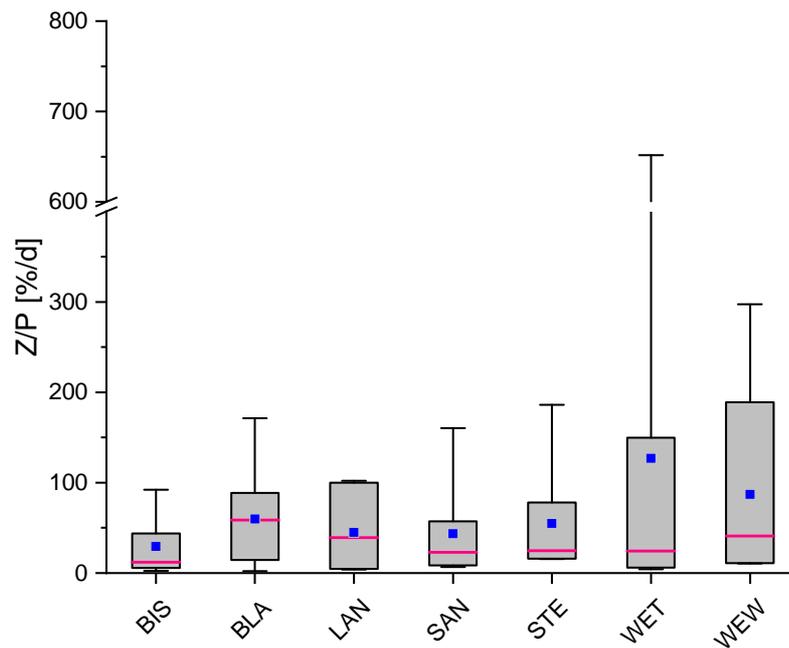


Abb. 5: Durchschnittlicher Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse (Z/P) in den untersuchten Seen 2017, Los 2 (gesamter Messzeitraum). Boxplots: Box - 25/75 Perzentile; Linie in Pink – Median; blaue Quadrate – Mittelwerte; Whisker – 5/95 Perzentile. **Abkürzungen:** BIS = Bistensee, BLA = Blankensee, LAN=Langsee, SAN=Sankelmarker See, STE=Stendorfer See, WET=Westensee-tiefste Stelle, WEW=Westensee-Wrohe.

5.2 Ergebnisse zu den Indices DI-PROF, PhytoSee und PhytoLoss

5.2.1 Diatomeen-Index (DI-PROF)

Von allen 7 entnommenen Proben des Profundalschlammes 2017 (Entnahme aller Proben vom 9. - 11. Oktober 2017) wurden mikroskopische Analysen durchgeführt und anschließend der DiProf (=Diatomeenindex auf der Basis planktischer Diatomeen aus dem Profundal) berechnet. Im Vorfeld wurden die Messstellen einem Seetyp nach MISCHKE et al. (2008) bzw. MISCHKE et al. (2015) zugeordnet.

Die Arten sind im Anhang je Messstelle aufgelistet, wobei die „alte“ DV-Liste von Okt. 2007 verwendet wurde, da der DI-PROF noch mit diesen DV-Nummern berechnet wird.

Im Ergebnisteil zum Plankton jedes Sees (folgende Kap. 5.3 – 5.8) sind im jeweiligen Unterkapitel „Phytoplankton“ die wichtigen Arten im Vergleich zu den gefundenen Pelagialdiatomeen der Lugolprobe beschrieben.

Die Werte für den DiProf (= DiProf Ist) für das Jahr 2017 schwanken zwischen 2,9 (Sankelmarker See) und 3,7 (Blankensee) (Tab. 7). Die Bewertung dieser Ergebnisse anhand der Referenztrophy des jeweiligen Seetypes wird unten besprochen.

Der DiProf wird nur aus Daten einer Einzelprobe im Herbst berechnet und hat ein eigenes Kalibrierungssystem (siehe Methodik, Kap. 4.3). Der DiProf und seine Bewertung wurden zudem seit 2006 bezüglich der Indikatoreigenschaften der Arten und/oder der Klassengrenzen trotz verbesserter Datenlage nicht mehr verändert, während der PSI verschiedene Anpassungen durchlief (u.a. PhytoSee 4.0, 5.0, 5.1, 6.0 und aktuell 7.0). Daher wird dieser Index fakultativ verwendet.

Tab. 7: Istzustand des DiProf und daraus resultierende ökolog. Zustandsklasse (Bewertung DiProf = Note) für 7 See-Messstellen in Schleswig-Holstein für das Jahr 2017, Los 2. Erläuterungen: H/G = Referenztrophy an der Grenze zwischen Zustandsklasse 1 (high) und 2 (good).

MS-Nr	Seebecken	See- typ	H/G	DiProf Ist	Bew. DiProf	DiProf verbal	N Indikat. DiProf
129133	Bistensee, tiefste Stelle	11	2,5	3,10	2,71	mäßig	13
129219	Blankensee	11	2,5	3,69	3,87	unbefried.	9
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	11	2,5	3,37	3,23	mäßig	13
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	11	2,5	2,92	2,33	gut	14
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	11	2,5	3,38	3,26	mäßig	13
129018	Westensee, tiefste Stelle	11	2,5	3,11	2,72	mäßig	16
129017	Westensee, vor Wrohe	11	2,5	3,21	2,92	mäßig	16

Seenbewertung anhand des DiProf

Anhand des Diatomeen-Profundal-Indexes (DiProf Ist) kann nach SCHÖNFELDER 2006 (siehe auch MISCHKE et al. 2008) eine See-Bewertung durchgeführt werden (Einstufung der Seen in eine ökologische Zustandsklasse = DiProf-Bewertung = DiProf-Note). Die Ergebnisse sind folgende (Tab. 7):

- Der Sankelmarker See wurde mit „gut“ und der Blankensee mit „unbefriedigend“ eingestuft.
- Alle übrigen Seen wurden in die Klasse 3 („mäßig“) eingestuft.

5.2.2 Phyto-Seen-Index (PSI)

Für alle Seen wurden die Kriterien für eine Seenbewertung anhand des Phytoplanktons erfüllt, ausgenommen der Blankensee, der mit 23 ha Fläche < 50 ha ist und daher eine eingeschränkte Bewertung aufweist.

Die Seenbewertung mit dem **PSI** (PhytoSee 7.0 vom 15.12.2017) ergab für die einzelnen Seen (ohne DiProf und ohne Einbeziehung der fachgutachterlichen Plausibilitätsprüfung) folgende Einstufung (Tab. 8):

- **Mäßiger** ökologischer Zustand für den Stendorfer See.
- **Guter** ökologischer Zustand für alle übrigen Seen.

Tab. 8: Gesamtbewertung (PSI ohne und mit DI-PROF) und mittlere Anzahl der Indikatorarten für 7 See-Messstellen in Schleswig-Holstein, Los 2, für das Jahr 2017 (Proben-Zeitraum März bis Okt.; Programmversion **PhytoSee 7.0** (15.12.2017).- Sortierung nach dem Gewässernamen. Alle Seen, ausgenommen der Blankensee, sind kalkreich. *: Bewertung eingeschränkt aufgrund zu geringer Seefläche.

Plankton- typ	Gewässername	PSI ohne DiProf	Gesamt- bewertung verbal stufig	PSI mit DiProf	Beprobung konform?	N Indikator- taxa
PP 11.1	Bistensee, tiefste Stelle	2,40	gut	2,46	incl. Märzprobe	12
PP 11.2	Blankensee, tiefste Stelle (*)	(2,22)	gut	(2,52)	incl. Märzprobe	9
PP 11.1	Langsee SL, tiefste Stelle	2,23	gut	2,41	incl. Märzprobe	15
PP 11.1	Sankelmarker See, tiefste Stelle	2,06	gut	2,11	incl. Märzprobe	13
PP 11.1	Stendorfer See, tiefste Stelle	3,23	mäßig	3,23	incl. Märzprobe	16
PP 11.1	Westensee, tiefste Stelle	1,95	gut	2,09	incl. Märzprobe	15
PP 11.1	Westensee; Messstelle vor Wrohe	2,09	gut	2,24	incl. Märzprobe	19

Einzelindices im Überblick

Der Gesamtindex PSI setzt sich aus vier Teil-Metricen zusammen, die unterschiedlich, je nach Seetyp, gewichtet sind und den PSI ergeben (siehe Methodik, Kap, 4.3). Im folgenden ist für die 7 See-Messstellen in Tab. 9 neben dem Gesamtindex (PSI) die Seebewertung anhand jedes Teilmetrics dargestellt. Der DI-PROF ist dabei fakultativ und wird in diesem Projekt hier gewertet.

Auffällig sind in Relation zu den anderen Teilmetrics bei nahezu allen Messstellen die schlechteren Bewertungen mittels des PTSI (Phytoplankton-Taxon-Seen-Index) und des DI-PROF. Die Arten zeigten hier eine höhere Trophie an, während gleichzeitig relativ geringere

Biomassen gefunden wurden, erkennbar an den niedrigen Werten des Biomasse- und Algenklassen-Metrik.

Der **Algenklassen-Metrik** weist an allen Seestellen im Vergleich der 4 Teilmetrices die niedrigsten Werte auf. Dies gilt besonders für den Blankensee, Langsee SL, Sankelmarker See und Westensee, tiefste Stelle. Bei Planktontyp 11 setzt sich der Algenklassen-Metrik aus drei Algenklassen-Submetrices zusammen, dem Biovolumen der Bacillariophyceen + Cryptophyceen (Saisonmittel), dem Biovolumen der Chlorophyceen (Saisonmittel) und dem Biovolumen der Cryptophyceen + Cyanobakterien (Saisonmittel). Im Langsee, Sankelmarker See und Westensee tiefste Stelle ist der Submetrik Chlorophyceen sehr niedrig bewertet (im Minusbereich), im Blankensee ist der Submetrik Bacillariophyceen + Cryptophyceen ebenso sehr niedrig bewertet (Minusbereich). Da jeder Teil-Submetrik für die Ermittlung des Algenklassen-Metriks gleich gewichtet ist, ist die Gesamtbewertung für den Metrik „Algenklassen“ insgesamt bei diesen Seen niedrig, trotz hoher Blaualgegehalte im Sommer.

Weitere Auffälligkeiten und/oder Besonderheiten zum PSI werden in den Einzelkapiteln der Seen Kap. 5.3 besprochen.

Tab. 9: Bewertung (PSI und Einzelmetrics) für 7 See-Messstellen in Schleswig-Holstein, Los 2, für das Jahr 2017 (Proben-Zeitraum März bis Oktober; Programmversion PhytoSee 7.0 vom 15.12.2017).- Sortierung nach dem Gewässernamen. *: Bewertung eingeschränkt aufgrund zu geringer Seefläche.

Plankton- typ	Gewässername	PSI ohne DiProf	PSI mit DiProf	Biomasse- Metrik	Algen- klassen- Metrik	PTSI- Bew.	DiProf- Bew
PP 11.1	Bistensee, tiefste Stelle	2,40	2,46	2,45	2,03	2,87	2,71
PP 11.2	Blankensee, tiefste Stelle (*)	(2,22)	(2,52)	2,79	1,43	2,29	3,87
PP 11.1	Langsee SL, tiefste Stelle	2,23	2,41	2,75	0,86	3,23	3,23
PP 11.1	Sankelmarker See, tiefste Stelle	2,06	2,11	2,81	0,50	2,89	2,33
PP 11.1	Stendorfer See, tiefste Stelle	3,23	3,23	3,28	3,10	3,31	3,26
PP 11.1	Westensee, tiefste Stelle	1,95	2,09	2,01	1,39	2,68	2,72
PP 11.1	Westensee; Messstelle vor Wrohe	2,09	2,24	1,93	1,74	2,96	2,92

5.2.3 PhytoLoss-Bewertung

Eine Zusammenfassung der wichtigsten über das Modul PhytoLoss ausgegebenen Indices zeigen Tab.10 bzw. Abb. 6. In allen untersuchten Seen ist der generelle Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse meist moderat, häufig aber auch gering bis sehr gering ausgeprägt. Moderate sommerliche Z/P-Werte wurden für den Bistensee, den Stendorfer See, den Blankensee und den Westensee (MS Wrohe) ermittelt, der geringste Effekt wurde im Langsee beobachtet. Demgegenüber sind die (sommerlichen) Grazing-Potentiale auf das **fressbare Phytoplankton** (MGI und CGI) hoch bis sehr hoch (v.a. Bistensee, Sankelmarker See und Stendorfer See). Das tatsächlich fressbare Phytoplankton selbst ist oft nur in geringen

bis sehr geringen Konzentrationen vorhanden, was die teilweise extrem niedrigen Effektklassen für die Futterqualität FQI und FQIC zeigen. Das sommerliche Phytoplankton der Seen besteht meist überwiegend aus (nicht fressbaren) Blaualen, in einigen Fällen (Stendorfer See, Westensee) sind auch Dinoflagellaten aspektbestimmend vorhanden. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass sich alle Indices auf die Sommersituation zwischen dem 24. Juni und 7. Oktober beziehen, für die in allen Fällen nur zwei Messtermine ausgewertet werden konnten.

Tab.10: Überblick über die mittels des Moduls PhytoLoss errechneten Indices für die Seen S.-H. 2017, Los 2- Sommersituation. Stark ausgeprägte, niedrige Effektklassen sind rot hinterlegt, stark ausgeprägte, hohe Effektklassen blau. Die Bewertung mittels PSI ist ebenfalls angefügt.

Seen/Indices	Z/P	CGI	MGI	FQIC	FQI	FPI	PSI
Bistensee, tiefste Stelle	4	7	7	0	0,7	4	2,40
Blankensee, tiefste Stelle	3	4	5	2,1	2,1	3	(2,15)
Langsee SL, tiefste Stelle	1	5	4	0,7	2,1	5	2,23
Sankelmarker See, tiefste Stelle	2	7	7	0,7	1,4	3	2,06
Stendorfer See, tiefste Stelle	4	7	7	0	0,7	4	3,23
Westensee, tiefste Stelle	2	3	2	1,4	2,1	4	1,95
Westensee, vor Wrohe	3	5	5	1,4	2,1	4	2,09
Median	3	5	5	0,7	2,1	4	
Mittelwert	3	5	5	0,9	1,6	4	

Der Fraßdruck von Fischen auf das Zooplankton ist meist mäßig stark ausgeprägt (FPI - Effektklassen von 3 und 4). Ein vergleichsweise hoher Fraßdruck seitens der Fische auf das Zooplankton (Effektklasse 5) konnte nur für den Langsee ermittelt werden.

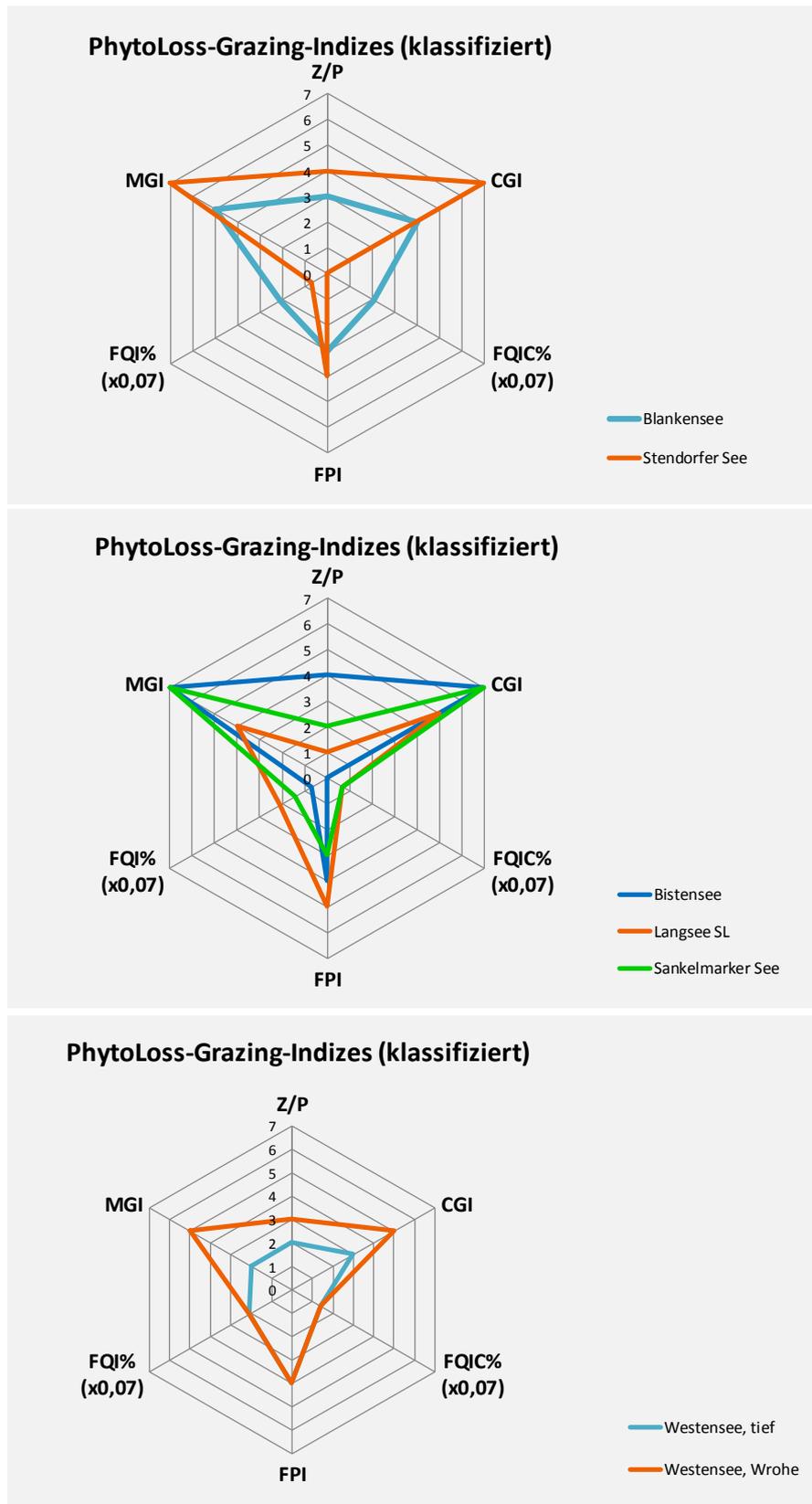
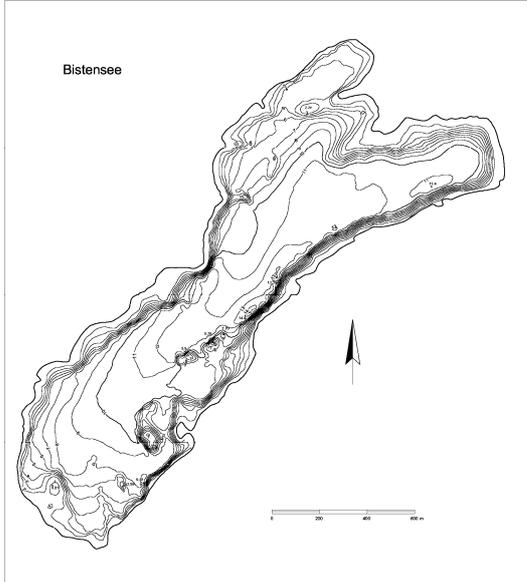
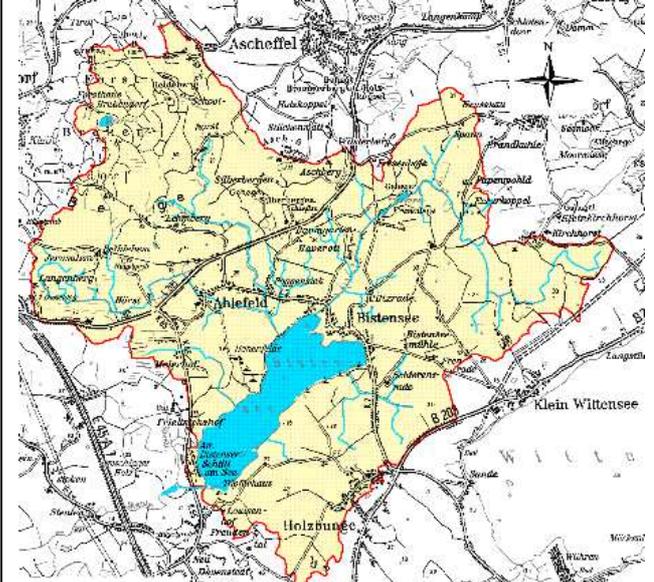


Abb. 6: Überblick über die mittels des Moduls PhytoLoss errechneten Indices für 6 Seen in Schleswig-Holstein im Jahr 2017, Los 2.

5.3 Bistensee

Stammdaten, limnochemische und biologische Mittelwerte + Indices 2017					
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	7,4	14,7	1,5
TP _{1m} [mg/l]	Sichttiefe [m]	Chl a Z _{integr.} [µg/l]	BV Z _{integr.} [mm ³ /l]	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
0,088	2,0	20,5	2,7	3,2 (e1)	2,4 (gut)
Tiefenkarte und oberirdisches Einzugsgebiet					
					

Der mittelgroße Bistensee (146 ha) liegt im östlichen Hügelland nördlich Rendsburg im Kreis Rendsburg-Eckernförde. Bezüglich der Entstehung ist der See Teil einer Schmelzwasserrinne infolge von spätweichseleiszeitlichen 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. Den Ablauf bildet die Stente am Süden des Sees (BIOTA 2008 + 2018b).

Der Bistensee weist meist dichtere Bestände submerser Makrophyten im Tiefenbereich 1, 5 bis 2 m auf, mit meist eutraphenten Arten. Die untere Makrophytengrenze liegt bei etwa 2,1 m. Die mittlere Deckung beträgt 42 %. Die Einstufung des Sees anhand der Makrophyten nach PHYLIB hat sich in den letzten Jahren nahezu nicht verändert (unbefriedigend; BIOTA 2018b).

5.3.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen März und Oktober 2017 wurden 7 tiefenintegrierte Mischproben aus 0-6 m Tiefe entnommen. Der See weist leicht erhöhte Chlorophyll a- Gehalte und Biovolumina auf (Saisonmittel: $20,5 \mu\text{g l}^{-1}$ Chl.a und $2,7 \text{mm}^3 \text{l}^{-1}$ Biovolumen). Es treten im Frühjahr vor allem Bacillariophyceen (Kieselalgen), im Sommer Cyanobakterien (Blaualgen) und in der Zwischenzeit im Frühsommer vor allem Cryptophyceen (Schlundalgen) hervor (Abb. 7). Insgesamt wurden 71 verschiedene Taxa identifiziert.

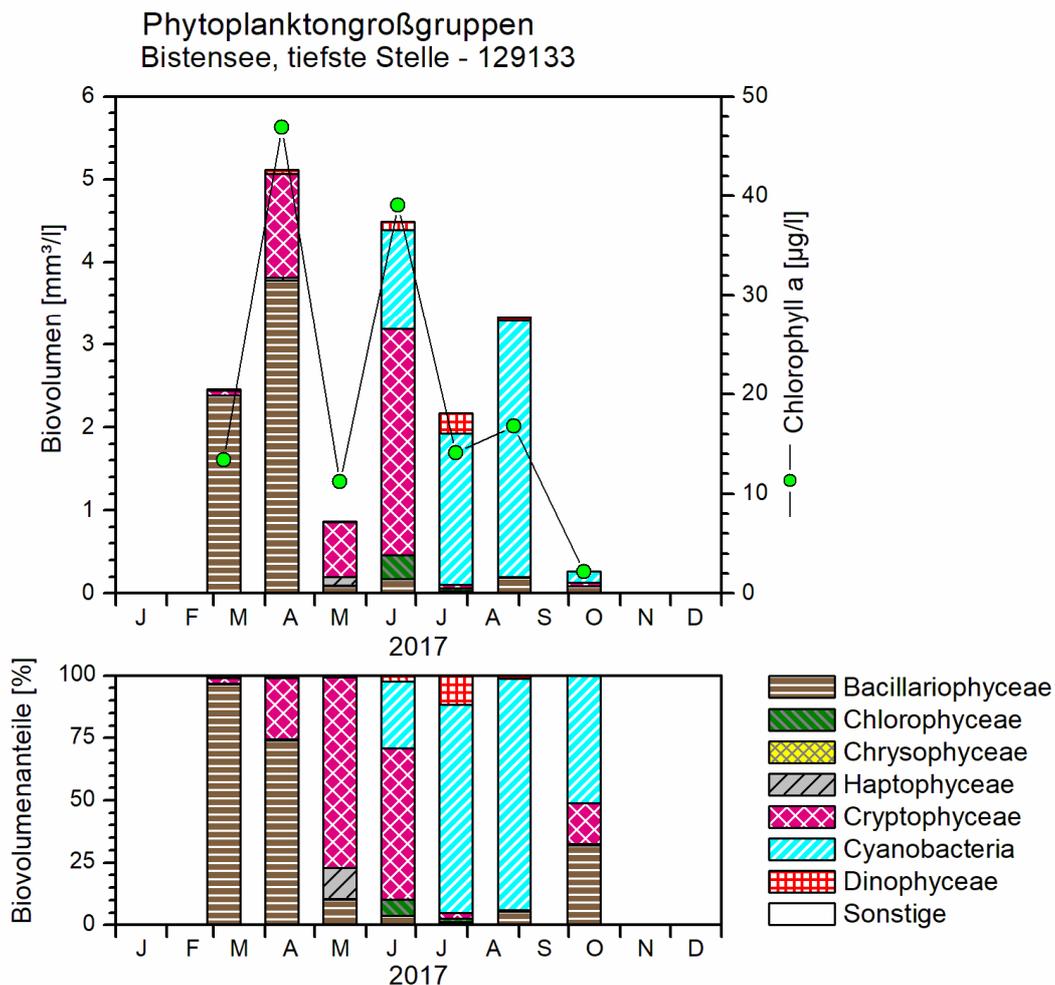


Abb. 7: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Bistensee im Jahr 2017. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Der moderate Frühlingspeak der Bacillariophyceen Anfang März wurde fast ausschließlich durch Centrales geprägt. Hauptvertreter waren im März die großvolumige kettenbildende *Aulacoseira islandica* (61 % Anteil an der Gesamtbiomasse) und im April die kleine solitäre Art *Stephanodiscus hantzschii* (58 %). *Aulacoseira islandica* ist eine großvolumige Art, die relativ selten in Schleswig-Holstein vorkommt, z.B. regelmäßig im Gr. Plöner See, Südbecken.

Nach dem Zusammenbruch der Kieselalgenpopulation bis zum Mai entwickelte sich im Juni das erste Sommerplankton, hier vor allem mit zahlreichen Blaualgenarten. Hauptvertreter waren *Microcystis*-Arten (zusammen 14 % Anteil an der Gesamtbiomasse), die kurzketzige Gattung *Romeria* aus der Gruppe der Oscillatoriales (6 % Anteil) und zahlreiche Nostocales (zusammen 2 %).

Die Blaualgenbiomasse nahm danach im Juli und bis zum August stetig zu, möglicherweise auch eine Folge der Zunahme des Fraßdrucks der Cladoceren des Zooplanktons, wodurch die schlecht fressbare Gattung *Microcystis* „übrig blieb“. Cladoceren sind die im Fraßdruck auf das Phytoplankton effektivste Gruppe des Zooplanktons (s.u. Kap. 5.3.2).

Ende Juli dominierte beim Phytoplankton deutlich *Microcystis* mit mehreren Arten. Hauptvertreter war *M. aeruginosa* mit einem Anteil von ca. 50 % an der Gesamtbiomasse. Bis Ende August blieb die *Microcystis*-Dominanz bestehen, wobei nun noch andere *Microcystis*-Arten hinzutraten. Insgesamt war jedoch die Biomasse dieser sommerlichen Blaualgenblüte im Vergleich zu Blüten in anderen Seen nicht sehr hoch.

Mitte Oktober waren *Microcystis*-Arten immer noch dominant, wenn nun auch auf niedrigem Biomasse-Niveau. Das zweite wichtige Algentaxon zu dieser Zeit war wie im Frühjahr *Aulacoseira islandica* (24 % Anteil).

Profundaldiatomeen

Die gesondert entnommene Probe der Profundaldiatomeen vom 10.10. 2017 spiegelt in Teilen die Verhältnisse im Pelagial wieder. Hauptarten der Schalenzählung waren die kleinzellige *Cyclostephanos dubius* (39 % Anteil an Gesamtschalenzahl), *Stephanodiscus neoastraea*, (16 % Anteil), *Aulacoseira islandica* (13 % Anteil an der Gesamtschalenzahl) und *Asterionella formosa* (8 %). Informationen zur Auswertung der Profundaldiatomeen mittels DiProf finden sich in Kap. 5.2.1.

PhytoSee-Bewertung

Im Rahmen der EU-WRRL wurde der Bistensee im Jahr 2017 mittels der Qualitätskomponente Phytoplankton mit „gut“ bewertet. Die Einstufung liegt im Grenzbereich zu Klasse 3 (mäßig), sowohl mit als ohne DiProf-Bewertung (siehe auch Kap. 5.2.2).

Der ungeschichtet eingestufte Bistensee liegt vom Planktontyp her im Grenzbereich zu 10.1 (geschichtet) und gleichzeitig im Grenzbereich zum Typ 14 (der VQ ist mit 2,1 relativ gering). Bei Berechnung des PSI mit den Planktontypen 10.1 und 14 würde der Bistensee 2017 deutlich mäßig eingestuft werden (**Beispiel 1: Bistensee 2017 als Typ 10.1: $PSI = 3,2$; Beispiel 2: Bistensee 2017 als Typ 14: $PSI = 2,9$**). Vor diesem Hintergrund ist der See für 2017 abweichend von der PSI-Bewertung fachgutachterlich als **mäßig** einzustufen.

5.3.2 Ergebnisse Zooplankton

Im Bistensee wurden von März bis Oktober 7 Probenahmen durchgeführt; der See wurde bis in eine Tiefe von 13 m beprobt. Das Zooplankton ist vergleichsweise artenarm; insgesamt wurden 35 Arten/höhere Taxa nachgewiesen, von denen 19 den Rädertierchen (Rotatoria), 9 den Blattfußkebsen (Cladocera) (inklusive der räuberisch lebenden *Leptodora kindti*) und 7 den Ruderfußkrebse (Copepoda) zuzuordnen sind. Larven von Büschelmücken (*Chaoborus sp.*) und Dreikantmuscheln (*Dreissena sp.*) waren ebenfalls im Plankton präsent. Protozoen sind in Form verschiedener Schalenamöben und Wimperntierchen vorhanden, es wurden insgesamt 4 Taxa unterschieden.

Die Facetten-**Rädertiere** *Keratella cochlearis* und *K. quadrata* sind ganzjährig aspektbestimmend im Plankton vorhanden. Ebenfalls ganzjährig aber in geringeren Individuendichten wurde *Kellicottia longispina* registriert. Alle drei Arten sind weit verbreitet und haben eher unspezifische Lebensansprüche. Zum Frühjahrsplankton gehörten darüber hinaus Drachen- (*Synchaeta sp.*) und Flossenrädertiere (*Polyarthra dolichoptera* und *P. remata*). Als wärmeliebende Art bildet das Schielaugenrädertier (*Pomphylyx sulcata*) vor allem im Spätsommer höhere Individuendichten aus. Insgesamt erreichen die Rädertierchen Abundanzen zwischen 15 und >700 Ind./L, das Entwicklungsmaximum wird im Juni mit 725 Ind./l. erreicht.

Die Cladoceren werden im Frühjahr von kleinen Rüsselkrebse (*Bosmina longirostris*) repräsentiert. Ab Juni ist *Daphnia cucullata* vorhanden und entwickelt sich im Juli gemeinsam mit dem Kugelkrebse *Chydorus sphaericus*, zum aspektbestimmenden Taxon. Von August bis Oktober dominieren wiederum die Rüsselkrebse; in diesem Zeitraum bildet *Eubosmina coregoni* die höchsten Individuendichten aus. Die Abundanz der Cladoceren liegt mit durchschnittlich 38, maximal 86 Ind./L im hohen Bereich.

Innerhalb der **Copepoden** sind die Schwebekrebse (Calanoida, einzige Art - *Eudiaptomus graciloides*) nur in geringen Abundanzen vorhanden. Aspektbestimmende Taxa der Cyclopoida sind ganzjährig kleine Arten wie *Thermocyclops oithonoides* und *Mesocyclops leuckarti*. Bemerkenswert sind die hohen Individuendichten von *Diacyclops bicuspidatus* im Mai. Die durchschnittliche Abundanz der Ruderfußkrebse beträgt 52 Ind./L, maximal wurden 150 Ind./L registriert.

Die durchschnittliche **Biomasse** des Metazooplanktons im Bistensee beträgt 180 µg/L und indiziert damit mesotrophe Bedingungen (TGL 1982). Starke Massebildner sind ganzjährig Cladoceren, wobei kleine Cladoceren im Frühjahr und Herbst den größten Anteil an der Biomasse haben. *Daphnia cucullata* bildet im Juni und Juli mit einem Anteil >70% das Gros der Biomasse. Der Biomasseanteil der Rädertierchen beträgt im Frühjahr 25% und mehr, erreicht ansonsten aber weniger als 10%.

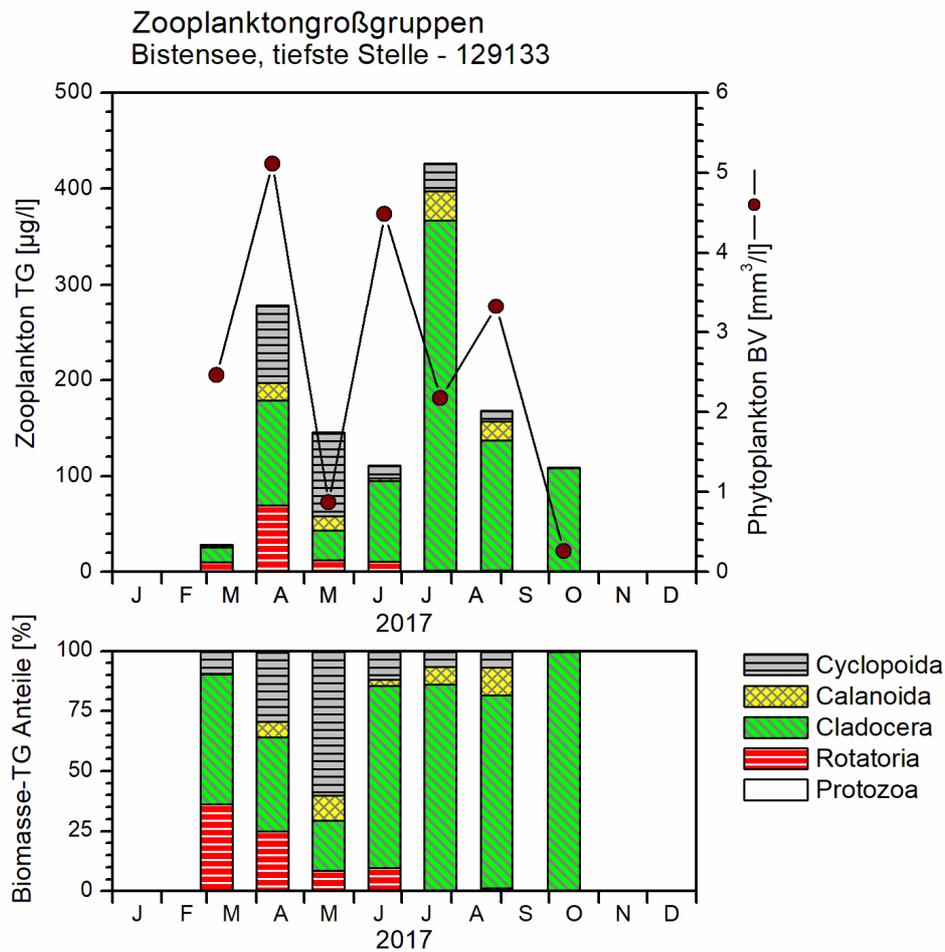


Abb. 8: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Linie) für den Bistensee im Jahr 2017. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

Nahrungsnetz nach Phytoloss

Der Fraßdruck des Zooplanktons auf das fressbare Phytoplankton (**MGI und CGI**) ist für die Monate Juli und August (Achtung nur zwei Messwerte!) mit einer Effektstärke von 7 sehr hoch, demgegenüber steht eine sehr geringe Futterqualität des vorhandenen Phytoplanktons für das Zooplankton insgesamt und für die Cladoceren im Besonderen (Effektclassen von <1 bzw. 0 für FQI bzw. FQIC). Das in diesem Zeitraum zur Verfügung stehende „Futter“ besteht vor allem aus (nicht bzw. schlecht fressbaren) Blaualgen, sowie wenigen Dinoflagellaten und Kieselalgen. Gut fressbare Bestandteile wurden bereits inkorporiert und sind nur noch in geringsten Konzentrationen vorhanden bzw. werden vom Zooplankton sofort aufgenommen. Unter diesen Bedingungen kann es zu inversem Grazing kommen, indem der starke Fraßdruck auf die fressbaren Phytoplankter die Konkurrenzbedingungen für das nicht-fressbare Phytoplankton erhöht. Der Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse ist auf Grund der geringen Futterqualität des Phytoplanktons nur mäßig (**Z/P**=Effektklasse 4).

Der Cladoceren-Größenindex (**GIC bzw. MCM**) liegt im Sommer (Median aus Messwerten im Juli und August) bei 5,5 µg/Ind. und damit nur geringfügig unter dem Wert einer 1 mm langen Daphnie, was auf höchstens moderate Fraßeffekte durch Fische hinweist. Der über das PhytoLoss Verfahren errechnete **FPI** indiziert mit Effektklasse 4 ebenfalls moderate Fischfraß-Effekte (Abb. 9).

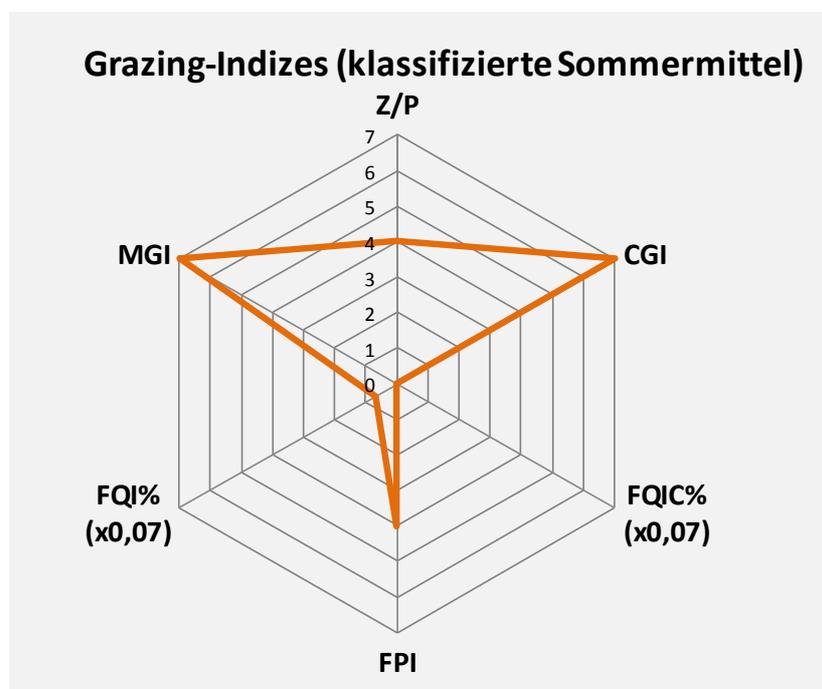


Abb. 9: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Bistensee im Jahr 2017.

5.3.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Bistensee

5.3.3.1 Phytoplankton

Der mittelgroße Bistensee liegt bezüglich der See-Streckung nahezu genau in der Hauptwindrichtung (SW → NO) und ist daher im Großteil des Wasserkörpers auch im Sommer nahezu durchmischt. Der See ist zwar im Sommer (i.d.R. Juni-August) an der tiefsten Stelle relativ deutlich geschichtet, jedoch ist das Epilimnion durch die Windexponiertheit groß und reicht im Spätsommer in der 2. Augushälfte an der tiefsten Stelle des Sees bis etwa 9 m Tiefe. Dies gilt auch für frühere Jahre (s.u.).

Durch die zunehmende Mixis ab Spätsommer nehmen die Phosphorgehalte, die bis Ende Juli moderat erhöht sind, entsprechend nochmal deutlich zu. Die Algenbiomassen, die bis Juli ebenfalls moderat sind, nehmen ab Ende August jedoch nicht mehr entsprechend zu, u.a. auch aufgrund der zunehmenden Epilimniontiefe, wodurch die Algen längere Zeit des Tages im Dunkeln sind (phasenweise vermutete Lichtlimitation). Der Quotient Chl.a/TP sinkt entsprechend deutlich in dieser Jahreszeit ab. Dies gilt auch für frühere Jahre im Bistensee.

Gleichzeitig ist im Sommer an 2 Terminen (2014 auch an 2 Terminen) ein möglicher Stickstoffmangel zu beobachten (siehe dazu Kap. 5.9.5), ohne dass Stickstofffixierer (Nostocales) zugenommen hätten. Die Lichtmenge im durchmischten Wasserkörper ist relativ gering (Z_{eu}/Z_{mix}^2 als Maß dafür im Sommer = 0,6) so dass ein Wachstum von Nostocales mittels Stickstofffixierung, die viel Energie benötigen, möglicherweise nicht oder kaum möglich ist (siehe auch Kap. 5.9).

Zusammenfassend ist der Bistensee ein planktondominierter Flachsee mit i.d.R. Blaualgendominanz im Spätsommer/Herbst (*Microcystis*), wobei die Umsetzung von Phosphor in Algenbiomasse im Mittel eher schwach ausgeprägt ist.

Altdaten Phytoplankton

Der Bistensee wurde limnochemisch (LLUR) und bezüglich Phytoplankton quantitativ zuletzt 2005, 2011 und 2014 untersucht (ARP & DENEKE 2006 und ARP & MAIER 2012, ARP, MAIER & MICHELS 2015), wobei der Bearbeiter stets der gleiche war.

Phosphor wurde in allen Jahren aus 1 m, 10 m und 14 m entnommen. In 10 und 14 m nehmen seit 2015 stetig die Gehalte im Spätsommer zu, sowohl für TP als auch gelösten Phosphor. In 1 m Tiefe zeigen sich ab 2011 alljährlich ähnliche Trends der P-Zunahme im Spätsommer, mit insgesamt ähnlich hohen Jahresmittelwerten (2005 deutlich geringere Werte).

Bei der Algenbiomasse (Chl.a und Biovolumen) sind die Gehalte 2005 bis 2017 auf ähnlichem Niveau, ausgenommen 2014, als die Gehalte nur etwa halb so hoch waren. Ursache für die geringen Biomassen 2014 war das nahezu völlige Fehlen der sommerlichen Blaualgenblüte, das ansonsten in allen anderen Jahren den Spätsommer/Herbst dominiert. Dies ist nicht erklärbar. 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). 2014 ist somit das Jahr mit der geringsten Umsetzung von Phosphor in Algenbiomasse (Chl.a/TP im Mittel 0,16), 2005 war dagegen bei relativ geringen P-Gehalten das Jahr mit der höchsten Umsetzung in Algenbiomasse.

Bei der Artenzusammensetzung sind Vergleiche zum Teil schwierig, wegen unterschiedlicher Termine und teilweise fehlender Kieselalgenpräparate:

- Im **Frühjahr** gibt es in allen Jahren unterschiedliche Dominanzen. *Aulacoseira islandica* trat 2017 im März und Oktober anteilig sehr stark hervor. Sie wurde in früheren Jahren im Bistensee auch gefunden, wenn auch weniger dominant. 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.

² Zeu = euphotische Zone, Zmix = durchmischte Zone (maximal bis zur mittleren Tiefe)

- Im **Sommer/Herbst** dominierte 2005, 2011 und 2017 *Microcystis*, v.a. *M. aeruginosa* und *M. wesenbergii*. 2005 dominierte zusätzlich *Ceratium* aus der Gruppe der Dinophyceen, 2014 dagegen ausschließlich Cryptophyceen (Abb. 10). Deutliche Unterschiede in der sommerlichen Schichtung der 4 untersuchten Jahre sind nicht erkennbar.

PhytoSee-Bewertung (Vergleich von 4 Jahren):

Der Bistensee wurde in allen 4 Jahren anhand der Qualitätskomponente (QK) Phytoplankton mit Version Phytosee 7.0 stets gut bewertet (Planktontyp 11.1). Für 2011 und 2017 wurde die gute Einstufung fachgutachterlich in eine mäßige Einstufung geändert (

Tab. 11). Die mittels PSI stets „gute“ Einstufung (ohne FAG) ist darauf zurückzuführen, dass der See i.d.R. von April bis Juli bei moderat erhöhten P-Gehalten und relativ großem Epilimnion keine sehr hohen Biomassen aufbauen kann (Gründe s.o.)

Tab. 11: Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Vergleich 2017 mit früheren Jahren für den **Bistensee**.- Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor. * Phytopl. und Chl.a bis Juni 2005 aus 1 m Tiefe, danach aus 0-3 bzw. 0-4 m Tiefe. **: FAG = fachgutachterliche Bewertung (in Klammern die PSI-Berechnung mit Phytosee 7.0).

Bistensee (Jahresmittelwerte)	TP (1 m) (mg/l)	Sicht- tiefe (m)	Chl a (Z _{integr.}) (µg/l)	PP BV (Z _{integr.}) (mm ³ /l)	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
2005	0,047	1,6	23,0 *	4,3 *	3,1 (e2)	2,3
2011	0,119	1,4	19,2	2,2	3,4 (e2)	FAG 3 (2,1)**
2014	0,093	1,7	10,7	1,4	3,1 (e2)	1,6
2017	0,088	2,0	20,5	2,7	3,2 (e2)	FAG 3 (2,4)**

5.3.3.2 Zooplankton

Der Bistensee wurde bereits in den Jahren 2001, 2005, 2011 und 2014 untersucht (Speth & Speth 2001; ARP & DENEKE 2006; ARP & MAIER 2012; ARP, MAIER & MICHELS, 2015). Seit 2005 liegen Angaben zur Biomasse vor (Abb. 11). Die durchschnittlichen Trockenmassen des Zooplanktons lagen bei 160 µg/L (2005), 233 µg/L (2011), 186 µg/L (2014) und aktuell bei 181 µg/L (2017); sie sind damit über die Jahre praktisch gleich geblieben und gruppieren den See deutlich und stabil in den (unteren bis mittleren) mesotrophen Bereich (TGL 1982).

Auch für die Anzahl nachgewiesener Taxa sind im Vergleich mit Altdaten keine signifikanten Unterschiede feststellbar. Die im Jahr 2014 registrierte hohe Taxazahl von insgesamt 45 Arten kann aktuell nicht bestätigt werden, die in diesem Jahr registrierte Artenvielfalt entspricht denen der Untersuchungen vor 2014. Der durchschnittliche GIC (MCN) lag über die Jahre bei 5,7 (2005), 7,7 (2011), 3,4 (2014) und 4,0 (aktuelles Jahr 2017), was vermutlich auf Schwankungen von Jahr zu Jahr zurückzuführen ist und ebenfalls nicht als gravierende Änderung über die Zeit gedeutet werden kann.

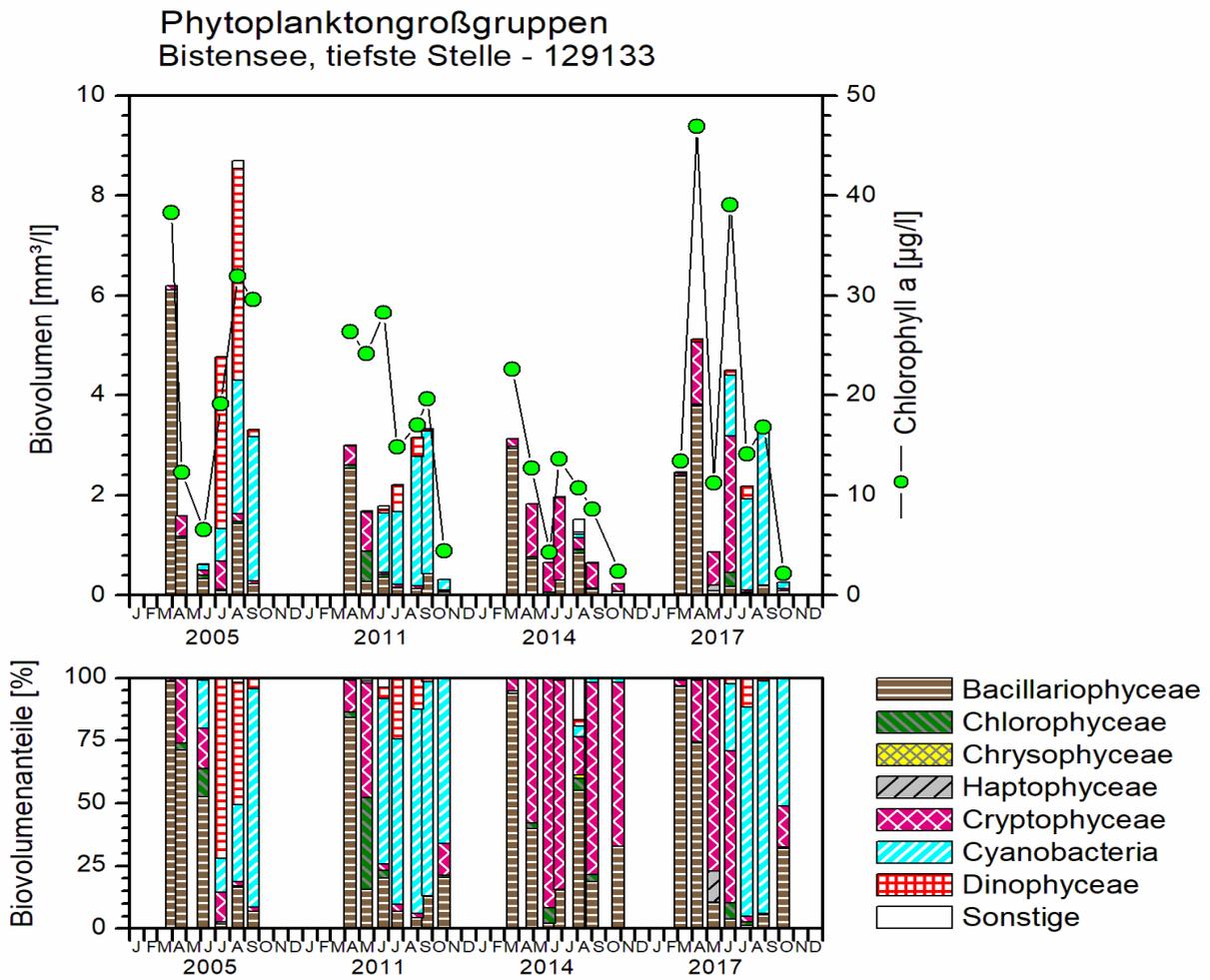


Abb. 10: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Bistensees für die Jahre 2005, 2011, 2014 und 2017. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

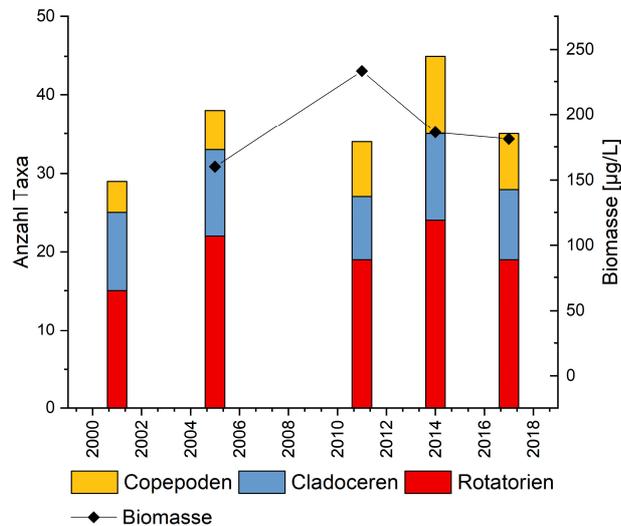
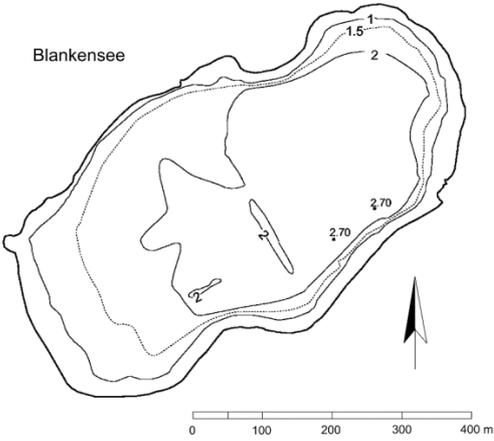
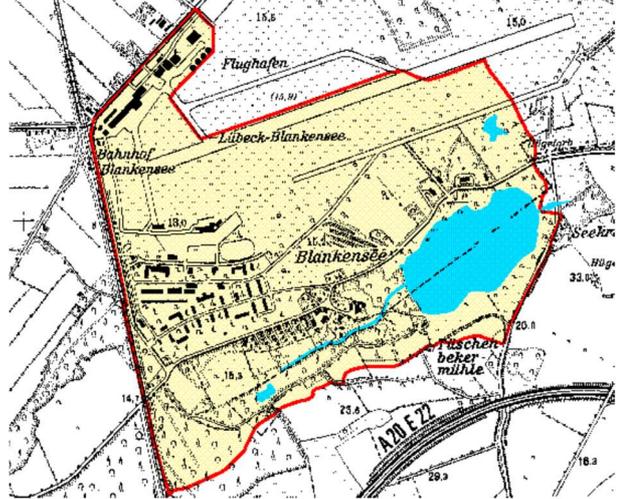


Abb. 11: Taxazahlen und Biomasse des Zooplanktons für den Bistensee im Jahresvergleich.

5.4 Blankensee

Stammdaten, limnochemische und biologische Mittelwerte + Indices 2017					
Seetyp (Plkt.)	VQ [km ² 10 ⁶ m ⁻³]	See-Fläche [km ²]	Tiefe-mittel [m]	Tiefe-max [m]	th. Verweilzeit [a]
88.3 (11.2)	7,6	0,23	1,6	2,7	0,4
TP _{1m} [mg/l]	Sichttiefe [m]	Chl a Z _{integr.} [µg/l]	BV Z _{integr.} [mm ³ /l]	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
0,045	1,7	24,5	4,8	2,9 (e1)	2,1 (gut)
Tiefenkarte und oberirdisches Einzugsgebiet					
					

Der sehr flache und relativ kleine Blankensee (< 50 ha) liegt 13 km südlich Lübeck im Ostholsteinischen Seen- und Hügelland und weist ein relativ zum Seevolumen sehr großes Einzugsgebiet auf (VQ = 7,6), wobei nur ein relativ kleiner Zufluss nordwestlich in den See mündet. Im Nordosten tritt der Blankenseebach aus dem See aus. Aufgrund seiner Lage inmitten einer Heide- und Moorlandschaft wird von früheren nährstoffarmen Verhältnissen ausgegangen (HEINZEL & MARTIN 2006). Der kalkarme Blankensee (Sondertyp 88.3) ist schwach gepuffert (Calcium im März 2017: 10,2 mg l⁻¹).

Im November 2009 wurde der See restauriert (Nährstoffbindung mit dem Fällmittel Bentophos®; Daten und Informationen dazu beim LLUR) und weist seitdem eine geringere Trophie auf.

Der Blankensee weist seit vielen Jahren eine Dominanz submerser Makrophyten auf. Vor der Restaurierung war die Artenzahl mit 5 relativ gering und es dominierte v.a. *Ceratophyllum demersum* in großer Dichte (2006). Der See war polytroph 2. Nach der Restaurierung nahm die Artenzahl der Submersen ab 2010 bis auf 11 Arten zu (in den Jahren 2011-2013) und der Deckungsgrad lag bis zu 90 % hoch. Hauptart war nun *Elodea canadensis* und etwas weniger *Myriophyllum spicatum*. Der See war zwischen 2010 und 2012 eutroph 1. In den letzten Jahren 2014 – 2017 wurde der See eutroph 1 bis eutroph 2 eingestuft, wobei die Artenzahl der

Makrophyten (2017: 8) und deren Deckungsgrad (2017: 50 % und weniger) stetig abnahm (STUHR, VAN DE WEYER et al. 2017).

Aus den letzten Jahren liegen zahlreiche limnologische Daten zum Blankensee vom LLUR, dem Umweltamt Lübeck und dem Labor Dr. Nowak vor.

5.4.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen März und Oktober 2017 wurden 7 tiefenintegrierte Mischproben (stets 0-1,5 m) entnommen. Der See weist im Mittel moderat erhöhte Chlorophyll a- Gehalte und Biovolumina auf (Saisonmittel: $24,5 \mu\text{g l}^{-1}$ Chl.a und $4,8 \text{mm}^3 \text{l}^{-1}$ Biovolumen), wobei die jahreszeitlichen Schwankungen sehr stark sind, mit hohen Gehalten im Frühsommer und geringen Werten im Frühjahr und Herbst. Es dominieren bis zum Mai Cryptophyceen (Schlundalgen), im gesamten Sommer deutlich Cyanobakterien (Blaualgen) und im Oktober vor allem Chlorophyceen (Grünalgen) (Abb. 12). Insgesamt wurden 48 verschiedene Taxa identifiziert.

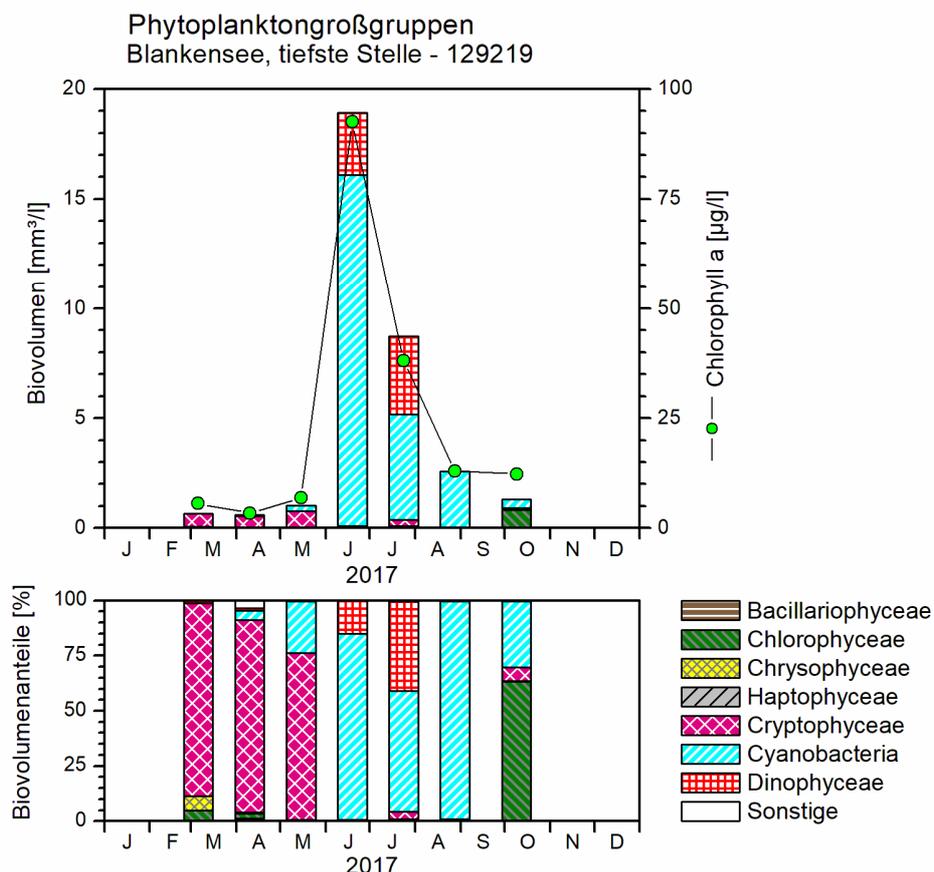


Abb. 12: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Blankensees im Jahr 2017. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Die frühjährliche Dominanz der Schlundalgen wurde durch mittelgroße bis große *Cryptomonas*-Arten der Sammelgruppe *Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus* geprägt. Daneben

traten Mitte April sehr schwach und Mitte Mai schon deutlich ausgeprägter nostocale Cyanobakterien mit der Hauptart *Anabaena mendotae* hervor.

Die Präsenz der nostocalen Blaualgen entwickelte sich bis Mitte Juni zu einer starken Blüte, nun mit der Hauptart cf. *Anabaena circinalis*, die alleine 84 % der Gesamtbio­masse ausmachte (= 15,9 mm³/l). Daneben traten im Juni erstmalig Dinophyceen stärker hervor, mit der Hauptart *Ceratium hirundinella*. Sowohl *Anabaena* als auch *Ceratium* sind schlecht durch das Zooplankton verwertbar. Die filtrierenden Cladoceren des Zooplanktons sind relativ stark vertreten, so dass ausschließlich schlecht fressbare Algenklassen echte Entwicklungschancen haben (s.u. Kap, 5.4.2).

Ceratium hirundinella blieb in den kommenden 5 Wochen bis zum 24.7. in ihrer Biomasse in etwa konstant, nahm jedoch im Anteil an der Gesamtbio­masse um mehr als das Doppelte zu (36 % Anteil an der Gesamtbio­masse). Die Cyanobakterien dagegen nahmen in der Biomasse zum Juli hin deutlich ab, auch wenn sie weiterhin dominierten. Die Abnahme ist damit begründet, dass es einen Artenwechsel gab, d.h. die Nostocales wurden nahezu vollständig durch *Microcystis*-Arten verdrängt. Hauptvertreter war hier die Art *Microcystis aeruginosa* mit etwa 50 % der Gesamtbio­masse.

M. aeruginosa konnte ihre Biomasse bis Ende August in etwa halten und wies nun aufgrund des abnehmenden Gesamtbio­volumens einen Anteil von ca. 90 % des Gesamt­gehaltes auf,

Auch im warmen Oktober wies die letztgenannte Art bei weiter abnehmenden Plankton­gehalten noch einen Anteil von 30 % auf. Hauptart war nun jedoch *Planktosphaeria gelatinosa* aus der Gruppe der Chlorophyceen.

Profundal­diatomeen

Erstmalig wurden im Blankensee Profundal­diatomeen entnommen und analysiert. Die neben der 6maligen Phytoplankton-Probenahme des Pelagials gesondert entnommene Probe vom 09.10.2017 wurde vor allem von kleinzelligen centrischen Arten dominiert (*Cyclostephanos dubius* mit einem Anteil an den gezählten Schalen von 55%, *Stephanodiscus hantzschii* mit 9 % Anteil). Desweiteren war die pennale Art *Fragilaria crotonensis* (11 %) häufig. Ein Vergleich mit pelagischen Diatomeen ist nicht möglich, da der Anteil in der Lugolprobe zu gering war, um ausgewertet zu werden.

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

PhytoSee-Bewertung

Im Rahmen der EU-WRRL wurde der Blankensee im Jahr 2017 mittels der Qualitätskomponente Phytoplankton mit „gut“ eingestuft. Bei Einbeziehung des fakultativen Indexes DiProf liegt die Bewertung im Grenzbereich zum „mäßig“. Die Einstufung des sehr flachen Flachsees (Typ 11.2) ist innerhalb dieses Bewertungsverfahrens gerechtfertigt, da die Plankton­gehalte (Chl. a und Bio­volumen) ganzjährig meist gering bis moderat erhöht sind und eine ausgeprägte sommerliche Blüte nur kurzzeitig beobachtet wurde.

5.4.2 Ergebnisse Zooplankton

Der Blankensee ist verglichen mit den anderen untersuchten Seen auch im aktuellen Jahr mit nur 36 Metazooplankton-Taxa (17 Rotatorien, 11 Cladoceren und 8 Copepoden) als artenarm zu bezeichnen. Auffällig ist allerdings – wie schon im Vorjahr - das Hervortreten einiger Taxa, die in den übrigen untersuchten Seen selten bzw. nicht vorkommen. Zu nennen ist hier etwa *Eudiaptomus vulgaris*, der eher in Kleingewässern auftritt oder die vergleichsweise hohe Zahl an Litoral-Taxa bei den Blattfußkrebse / Cladoceren mit bodenbewohnenden Arten aus der Gruppe der Chydoriden und Arten, die Makrophyten induzieren (**siehe unten**). Artenarm vertreten sind insbesondere die Rotatorien; sie stellen nur 17 Taxa. Larven von Büschelmücken konnten im aktuellen Untersuchungszeitraum nachgewiesen werden, nicht aber Larven der Dreikantmuscheln; Raubcladoceren waren ebenfalls nicht in den Proben vorhanden. Die Protozoen sind im Blankensee nur im April in nennenswerter Anzahl (160 Wimpertiere pro Liter) vertreten, verschwinden aber im Sommer/Herbst aus dem Pelagial.

Beim **Rotatorienplankton** ist das starke Auftreten der Allerweltsart *Keratella cochlearis* über praktisch den gesamten Untersuchungszeitraum (Ausnahme August) zu nennen. „Flossenrädertiere“ (*Polyarthra* spp.) sind im Frühjahr wichtig, *Keratella quadrata* im zeitigen Frühjahr und wieder gegen Ende des Untersuchungszeitraumes im Oktober. Im Hochsommer (August) prägt das allgemein seltene Rädertier *Hexarthra mira* das Bild. An Nahrungsspezialisten sind Arten im Sommer vorhanden, spielen aber in ihrer Abundanz keine Rolle. Die Abundanzen der Rädertiere erreichen im Juli nach dem Rückgang „bzw. Einbruch“ der konkurrenzstarken Cladoceren nach dem Klarwasserstadium mehrere Tausend Ind./L und liegen damit im sehr hohen Bereich.

Das **Cladocerenplankton** wird während des gesamten Untersuchungszeitraumes von Daphnien dominiert (>>90 % der Cladocerenzönose). Im Hochsommer vollzieht sich ein Artenwechsel bei den Daphnien. Nach *Daphnia galeata* im Frühjahr kommt im Sommer und Herbst die große Art *D. pulicaria* stark auf und verdrängt die kleinere *D. galeata*. Anzumerken ist, dass die *D. galeata* Morphen im zeitigen Frühjahr Merkmale von *Daphnia longispina* aufweisen, die in reiner Form ebenfalls in einigen Proben vorhanden ist. Rüsselkrebse (*Bosmina* spp.) oder Linsenkrebse sind im zeitigen Frühjahr und Sommer schwach vertreten. Erwähnenswert ist der Artenreichtum an litoralen Cladoceren in den Proben. Beispielsweise waren *Acroperus harpae*, *Eurycercus lamellatus* oder *Graptoleberis testudinaria* in den Proben vorhanden. Makrophytenzeiger, wie *Sida crystallina* oder *Simocephalus vetulus* waren ebenfalls präsent. Die Abundanz der Wasserflöhe steigt Mitte Mai auf den hohen Wert von 41 Ind./L an. Im Juni bleibt die Cladoceren-Biomasse weiterhin relativ hoch, was sich auch darin widerspiegelt, dass beim Phytoplankton durch das Grazing der Filtrierer nur noch schlecht verwertbare Arten „übrig bleiben“ und den Biomassebestand bilden. Schwach vertreten (mit knapp 5 Ind./L) sind Cladoceren nur im Juli, vermutlich noch als Nachwirkung des Klarwasserstadiums.

Bei den **Copepoden** fallen - mit *Eudiaptomus vulgaris* und *Cyclops strenuus* - Arten auf, die für kleine Gewässer typisch sind. Das Copepodenplankton in der warmen Jahreszeit wird von *Mesocyclops leuckarti* dominiert. An Litoralarten war *Eucyclops serrulatus* vorhanden. Mit durchschnittlich knapp 20 Ind./L liegt die Abundanz der Ruderfußkrebse im mittleren Bereich.

Die **Biomassen-Median** des Zooplanktons liegt im Blankensee im aktuellen Jahr 2017 bei 233 $\mu\text{g TM L}^{-1}$ (Mittelwert 363 $\mu\text{g TM/L}$) und damit noch im mesotrophen bzw. schwach eutrophen (Mittelwert) Bereich (TGL (1982); maximal werden knapp 1 mg TM/L^{-1} erreicht (Abb. 13). Beachtenswert auch im aktuellen Untersuchungsjahr ist die hohe Biomasse der Rotatorien mit durchschnittlich (Median) immerhin ca. 18 % Anteilen (maximal ca. 80 %) an der Metazooplankton-Masse.

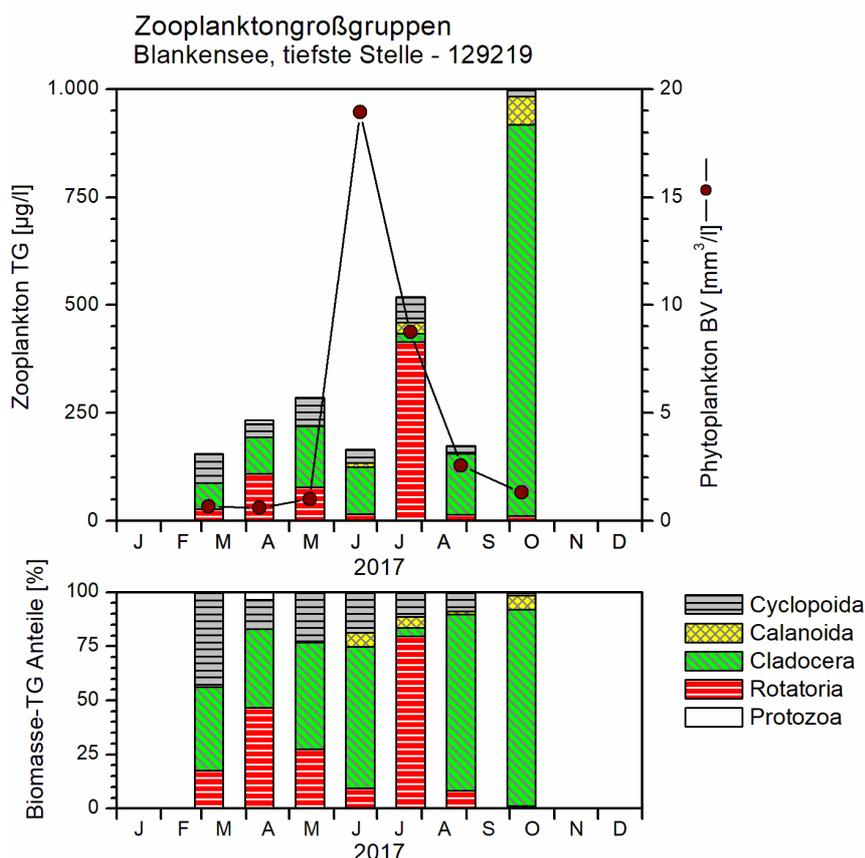


Abb. 13: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Linie) für den Blankensee im Jahr 2017. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

Nahrungsnetz

Der **Größenindex** der Cladoceren (**MCM**) liegt bis in den Juni hinein - aufgrund der starken Präsenz von *Daphnia galeata* - zwischen 3,0 und knapp 6 $\mu\text{g TM Ind.}^{-1}$. In der zweiten Hälfte des Untersuchungszeitraumes (August, Oktober) steigt der MCM mit dem Artenwechsel von *D. galeata* hin zur großen *D. pulicaria* auf 10 bzw. 43 $\mu\text{g TM/Ind.}$ an, was auf schwache Fraßeffekte durch Fische hindeutet. Die Berechnung des **FPI** über das PhytoLoss-Modul ergibt für den Sommer die Effektklasse 3, was ebenfalls auf schwache Prädationseffekte durch Fische hinweist (Abb.14)

Der Fraßdruck seitens des Zooplanktons auf das fressbare Phytoplankton (**MGI, CGI**) ist mit Effektklasse 5 und 4 stark bis erhöht (Abb.14), wobei hervorzuheben ist, dass der Anteil der

Rädertiere am Grazing relativ zu ihrem Biomassenanteil deutlich ausgeprägt ist. Der Umsatz von Phytoplanktonmasse in Zooplanktonmasse (**Z/P**) ist im aktuellen Jahr eher niedrig (Effektklasse 3). Die Futterqualität für das Zooplankton liegt im niedrigen bis allenfalls mittleren Bereich (**FQI und FQIC** = Effektklasse 2,1; ca. 30 % Anteile an fressbaren Algen), was andererseits vermutlich bedeutet, dass im Sommer das kleinzellige gut fressbare Phytoplankton nahezu zu 100 % vom Zooplankton gefressen wurde, wie die Daten zum Phtoplankton zeigen (Abb. 12).

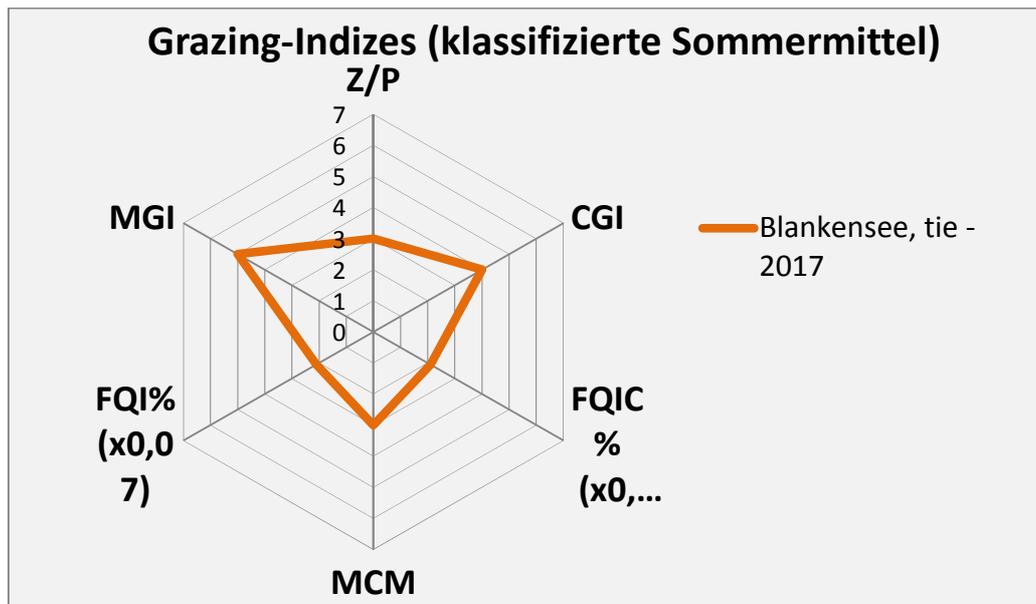


Abb.14: Wichtigste Indices zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Blankensee im Jahr 2017.

5.4.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Blankensee

5.4.3.1 Phytoplankton

Der sehr flache (<3m mittlere Tiefe), kalk- und silikatarme und insgesamt makrophytengeprägte Blankensee hat auch im achten Jahr nach der 2009 durchgeführten Restaurierung eine gegenüber der Zeit vor 2010 geringere Trophie. Durch die Silikatarmut und damit meist fehlende starke Präsenz der Kieselalgen (Bacillariophyceen) wird der Blankensee in der ersten Jahreshälfte vor allem durch Cryptophyceen (Schlundalgen), in früheren Jahren nach 2010 auch durch Chrysophyceen (Goldalgen) und Chlorophyceen (Grünalgen) geprägt. Der Sommer/Herbst wird durch Cyanobakterien, aber auch durch Dinophyceen und Chlorophyceen und in früheren Jahren desweiteren durch Cryptophyceen geprägt. Die höchsten Peaks der Cyanobakterien sind Nostocales. Sie sind in diesem sehr flachen See mit erhöhtem Lichtdargebot und sehr wenigen kurzzeitigen Schichtungsphaen besser als andere Blaualgen an die Bedingungen angepasst (mehr dazu Kap. 5.9.5).

Die sehr starken Algenblüten, die eutrophierte Flachseen mit sehr geringen Tiefen in der Regel sommerlich stark prägen, sind im Blankensee seit 2010 aufgrund stets nur moderat erhöhter sommerlicher Phosphorgehalte nur phasenweise und auch nicht jedes Jahr zu beobachten.

2017 wurde im Juni ein sehr großer Algenpeak mit Dominanz von cf. *Anabaena circinalis* ermittelt, der höchste Peak, der seit der Restaurierung 2009 in Proben gefunden wurde. Gleichzeitig war im Mai und Juni in Relation zum Phosphor wenig gelöster anorganischer Stickstoff vorhanden (DIN/TP³ Gewichtsbasis < 2 und gleichzeitig DIN < 0,1 mg/l). Bei diesen niedrigen Quotienten und Werten wurde in Mesokosmen oft eine Stickstofflimitierung festgestellt (KOLZAU et al. 2014, KOLZAU 2017). Möglicherweise hat dies zu einer Stickstofffixierung durch *Anabaena* geführt (mehr dazu s.u. Abb. 15).

Altdaten Phytoplankton

Limnochemische Altdaten liegen von 2006 (LLUR), 2007–09 (erhöhte Probendichte) und 2010-15 (Umweltamt Lübeck) und von 2017 (LLUR) vor. Der Blankensee wurde planktologisch 2006, 2010 bis 2015 und 2017 untersucht, beim Phytoplankton jeweils vom gleichen Bearbeiter (ARP & DENEKE 2007, ARP, KASTEN & MAIER 2011, ARP & MAIER 2012, ARP, MAIER & MICHELS 2013, 2014 und 2015 und ARP & MAIER 2016).

Die Phosphorwerte haben 2010-2017 gegenüber der Zeit vor der Restaurierung deutlich abgenommen, ebenso die Chl.a-Werte. Zu erkennen ist gleichzeitig, dass die Phosphorgehalte nach 2010 auf niedrigem Niveau bleiben, während die Phytoplanktongehalte (BV und Chl.a) größere jahreszeitliche Schwankungen aufweisen. Seit 2014 (warmes Jahr) nehmen die sommerlichen Peaks zu (Tab. 12, Abb. 16 + Abb. 15).

Die vor allem jahreszeitlich teils stärkeren Schwankungen der Planktongehalte (Chl.a und Biovolumen) sind typisch für sehr flache Gewässer, in denen die Witterung besonders starken Einfluss hat (z.B. die warmen Jahre 2006 und 2014 mit jeweils hohen Algenpeaks im Sommer). Die Artenzusammensetzung des Phytoplanktons ist diverser als vor der Restaurierung, mit höheren Anteilen von Arten geringer Trophie.

Cyanobakterien: Nach der Restaurierung dominierten 2011, 2013, abgeschwächt 2015 und ausgeprägt 2017 vor allem Blaualgen, jedoch in deutlich geringerer Biomasse als 2006. Im Jahr 2006 herrschten mit sehr hohen Biomassen die Blaualgen-Taxa *Synechococcus*, *Anabaenopsis elenkinii* und *Anabaena flos aquae* vor, 2011 dagegen *Microcystis* und 2013 eher picoplanktische und nostocale Blaualgen. Im Jahr 2015 waren es verschiedene Gruppen nebeneinander und 2017 im Frühsommer ausgeprägt Nostocales und ab dem Hochsommer deutlich *Microcystis*. Die hohen Algenpeaks der Blaualgen wurden dabei ausschließlich durch Nostocales erreicht, wobei zu betonen ist, dass während der Algenblüten (Juni bis August) im Zeitraum 2013 bis 2017 der vermutete Stickstoffmangel (DIN/TP) deutlich stärker war als in den Jahren 2010-12.

PhytoSee-Bewertung (Vergleich mit früheren Jahren): Insgesamt hat sich die Bewertung des Sees ab 2010 nach der Restaurierung deutlich verbessert und seit 2013 gegenüber 2010-2012 etwas verschlechtert, wobei der See, ausgenommen 2014, trotzdem weiterhin mit „gut“ eingestuft wird (Tab. 12, Abb. 15).

³ DIN = gelöster anorganischer Stickstoff; mehr dazu hier in Kap. 5.9.5

Tab. 12: Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Vergleich 2015 mit früheren Jahren für den **Blankensee**. - Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor. *: die Probenahmefrequenz 2007-2009 war höher als in den übrigen Jahren (14tägig). Übrige Jahre: i.d.R. 7 Proben pro Jahr (März/Apr. – Okt).

Blankensee (Jahresmittelwerte)	TP (1 m) (mg/l)	Sicht- tiefe (m)	Chl a (Z _{integr.}) (µg/l)	PP BV (Z _{integr.}) (mm ³ /l)	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2013)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
2006	0,272	1,0	164,5	19,0	4,4 (p2)	4,6
2007*	0,159	1,9	30,3	-	3,6 (p1)	-
2008*	0,176	1,3	73,1	-	3,8 (p1)	-
2009*	0,081	1,6	28,4	-	3,4 (e2)	-
2010	0,035	1,7	15,3	2,1	2,7 (e1)	1,6
2011	0,048	1,7	21,5	2,2	3,0 (e1)	2,0
2012	0,047	1,7	18,4	1,4	3,0 (e1)	1,6
2013	0,044	1,6	26,3	2,8	3,2 (e2)	2,1
2014	0,050	1,4	40,4	4,2	3,2 (e2)	2,5
2015	0,059	1,3	32,1	2,0	3,1 (e2)	1,9
2017	0,045	1,7	24,5	4,8	2,9 (e1)	2,2

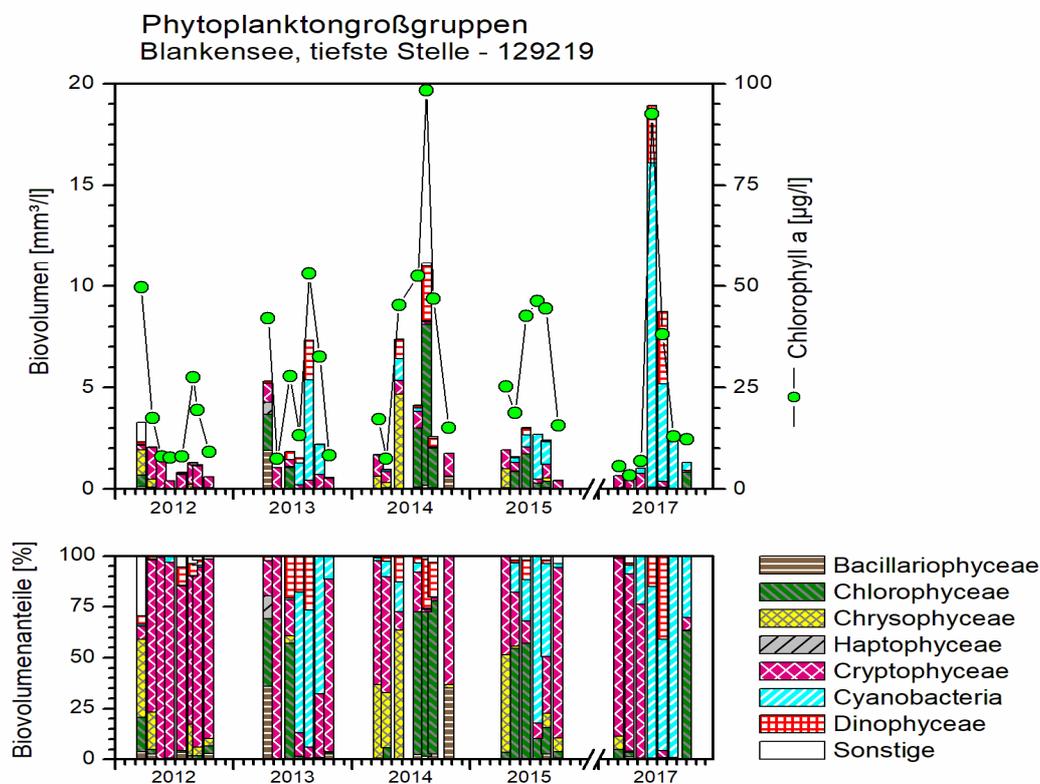


Abb. 15: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Blankensees für die Jahre 2005, 2011, 2014 und 2017. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

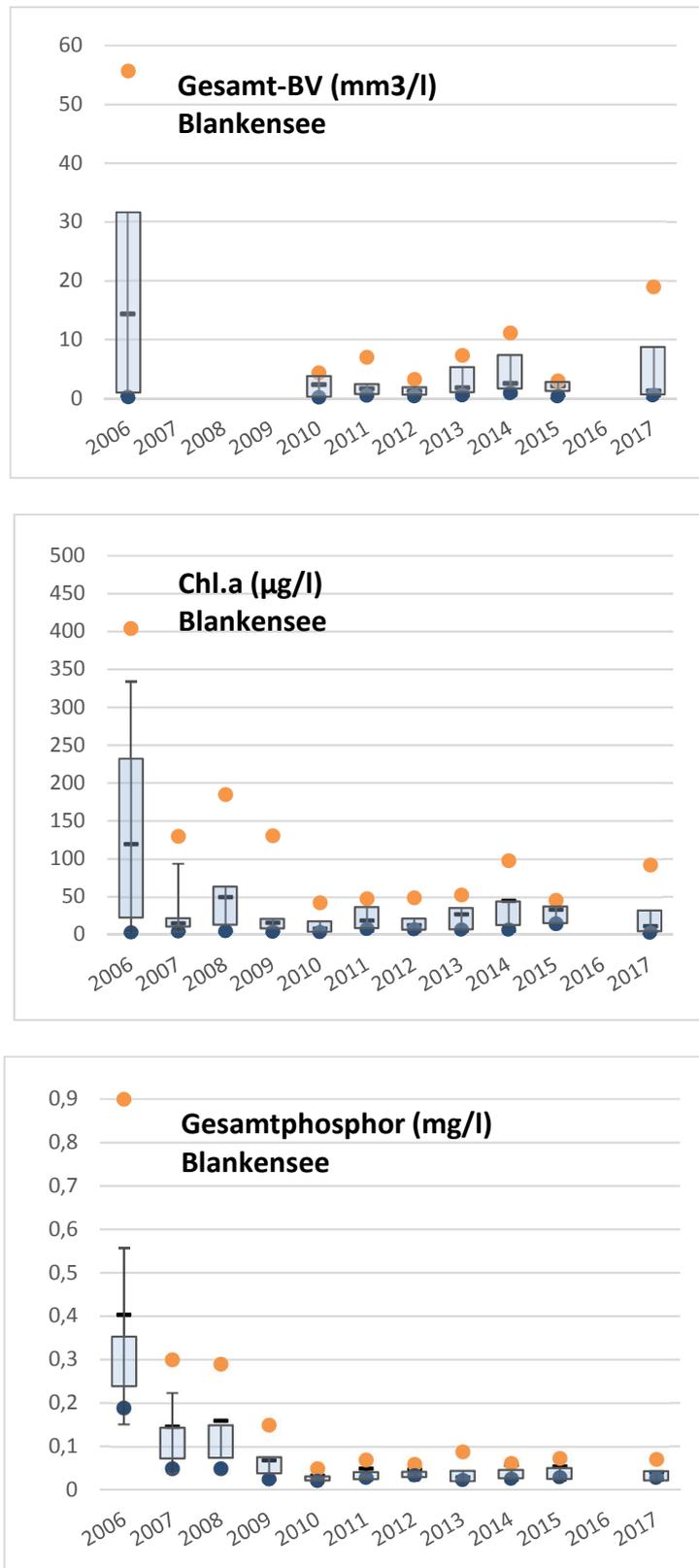


Abb. 16: Einzelwerte des Blankensee 2006 - 2017, hinsichtlich Phytoplankton-Biovolumen (**oben**), Chl.a (**Mitte**) und Gesamtphosphor (TP) (**unten**), und über den gesamten Untersuchungszeitraum durch ein Kastendiagramm (Boxplot): Mediane (Querstrich) + 25- und 75%-Perzentil (Kasten) und Ausreißer.

5.4.3.2 Zooplankton

Der Blankensee wurde bereits 2010 bis 2015 (ARP, KASTEN & MAIER 2011; ARP & MAIER 2012; ARP, MAIER & MICHELS 2013, 2014 und 2015, ARP & MAIER 2016) sowie im Jahr 2006 (ARP & DENEKE 2007) untersucht. In den Untersuchungsjahren 2006 bis zum aktuellen Untersuchungsjahr (sowohl vor als auch nach der Bentophos®-Behandlung) fällt der hohe Anteil der Rädertiere (überwiegend \geq ca. 30%) an der Zooplankton-Biomasse auf. In den letzten beiden Untersuchungsjahren (Jahr 2015 und im aktuellen Jahr) ist der durchschnittliche Massen-Anteil der Rädertiere mit „nur“ 18-19 % niedriger als in den Jahren bis 2012, aber immer noch deutlich höher als in den meisten anderen untersuchten Seen.

Im aktuellen Jahr fällt im Blankensee insbesondere der Artenwechsel bei den Daphnien auf, der weitgehend mit dem Rückgang der gut fressbaren Cyptophyceen und dem „explosionsartigen“ Aufkommen der Cyanobakterien (Entwicklung von 0,24 im Mai auf 16 mm³ BV/L im Juni) und Hornalgen zusammenfällt. Die hohen Grazingraten der Daphnien (*D. galeata*) im Mai / Juni bewirken sicherlich den Rückgang der Cryptophyceen im Juni. Im Juli fallen die Biomassen der Cladoceren (Daphnien) aufgrund des schlechten Nahrungsangebotes (Cyanobakterien und Hornalgen) und evtl. durch die von den Cyanobakterien abgegebenen Toxine auf ihren Tiefststand. Die anschließend (im August und Anfang Oktober) stark aufkommende Art *D. pulicaria* kommt offensichtlich besser mit den Cyanobakterien zurecht als die im Frühjahr aspektbestimmende *D. galeata*. Der Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse, berechnet über die Trockenmassen, liegt im Frühjahr 2017 zwischen 51 und 83 % d⁻¹, fällt im Juni mit dem starken Aufkommen der Cyanobakterien auf 2 % d⁻¹ ab und steigt anschließend auf ca. 15 % d⁻¹ (Juli August) bzw. auf >100 % d⁻¹ (Oktober) an.

Der über das PhytoLoss-Modul für die Sommermonate ausgegebene Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse basiert nur auf 2 Werten, dem Juli- und Augustwert, und indiziert – wie bereits über die Trockenmassen berechnet bzw. ausgegeben – einen relativ niedrigen Umsatz für das aktuelle Jahr, bedingt durch das ungünstige Nahrungsangebot (Cyanobakterien und Hornalgen). Der Fisch-Prädationsdruck ist schwach ausgeprägt.

Hinsichtlich der Langzeitentwicklung der Biomasse (Abb.17 links) ist zunächst eine Abnahme nach der Bentophos-Behandlung im Jahr 2009 zu beobachten und anschließend im Trend wieder eine Zunahme, wobei die Unterschiede in der durchschnittlichen Biomasse zwischen den Jahren nicht signifikant sind (Friedman Test: p = ns).

Beim MCM (GIC) ist tendenziell ein Aufwärtstrend zu sehen. Die Unterschiede im MCM zwischen den Jahren sind immerhin fast signifikant (Friedman Test: P < 0,056). Gegenüber dem Jahr 2006 (vor der Bentophos-Behandlung) zeigen sich eine weniger starke Streuung der Werte und eine „Verbesserung“ des Cladoceren-Spektrums und damit eine Verbesserung hin zu „größeren“, effektiveren Filtrierern (Abb.17).

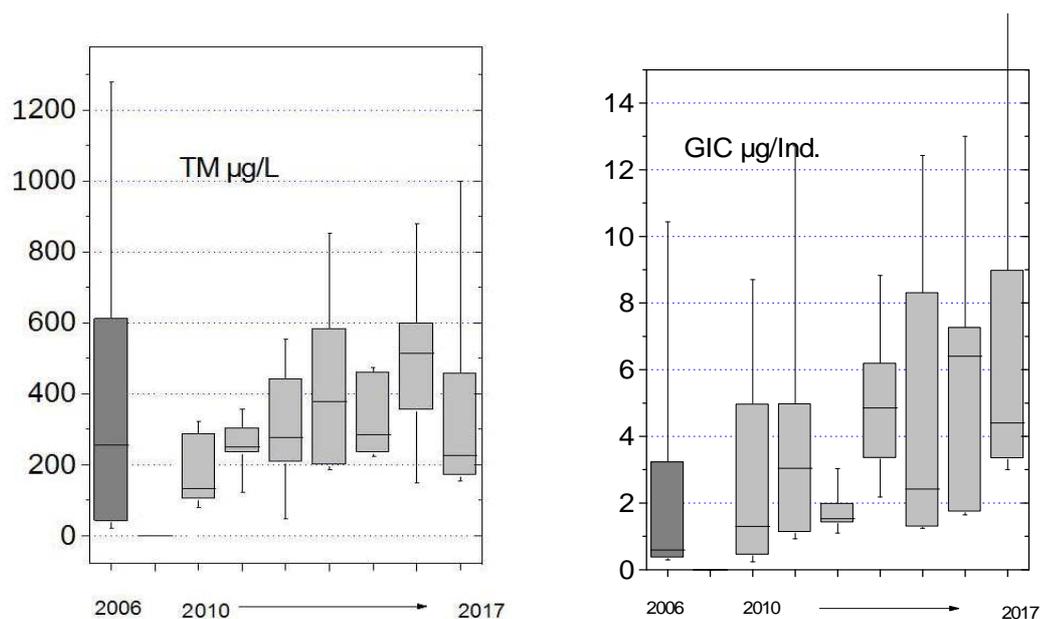


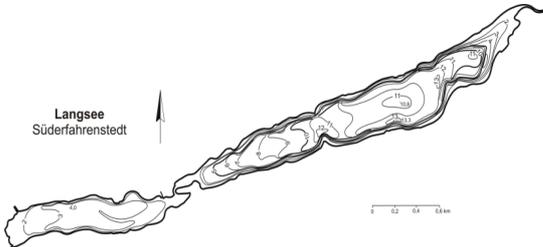
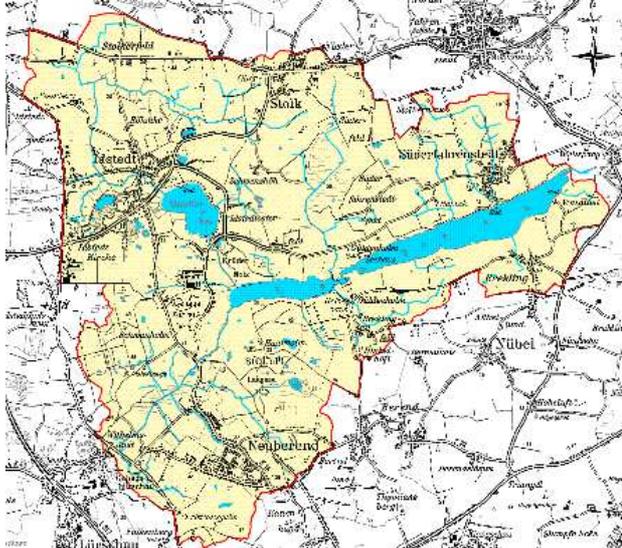
Abb.17: Entwicklung der durchschnittlichen Biomasse (Trockenmasse) des Zooplanktons (**links**) sowie des durchschnittlichen GICs bzw (**rechts**) über die Untersuchungsjahre **2006 (dunkelgrau) und 2010 – 2017 (hellgrau)** im Blankensee (als box plots).

Bei Betrachtung der PhytoLoss Indizes von 2006 bis hin zu 2017 (Tab.13) ist zunächst eine Verbesserung des Umsatzes von Phyto- in Zooplanktonmasse von 2006 gegenüber den „Restjahren“ zu beobachten. Allenfalls die Jahre 2014 und 2017 fallen mit Effektklasse 3 etwas ab; verantwortlich dafür sind im Jahr 2014 die relativ schlecht fressbaren Chlorophyceen, im Jahr 2017 die noch schlechter fressbaren Cyanobakterien und Hornalgen, die durch die Grazing-bedingte Beseitigung des gut fressbaren Phytoplanktons noch gefördert werden (Ausschaltung von gut fressbaren Konkurrenzalgen durch das Zoopl. - inverser Grazing-Effekt). Der Fraßdruck auf das fressbare Phytopl. ist nach der Bentophos-Behandlung angestiegen, der Fischprädatoren-Druck hat im Trend abgenommen. Bei den Futterqualitätsindizes zeigen sich keine eindeutigen Trends; sie variieren relativ stark von Jahr zu Jahr.

Tab.13: Über das PhytoLoss-Modul berechnete Indizes für die Sommermonate in den Jahren 2006 (vor der Bentophos-Behandlung) und 2010 bis 2017 (nach Bentophos-Behandlung) für den Blankensee. Sehr niedrige Indizes sind rot hinterlegt.

Gewässername	Jahr	Z/P	CGI	MGI	FQIC	FQI	FPI
Blankensee, tiefste Stelle	2006	2	1	2	2,8	2,8	7
Blankensee, tiefste Stelle	2010	6	4	5	3,5	3,5	5
Blankensee, tiefste Stelle	2011	5	5	7	0,7	0,7	5
Blankensee, tiefste Stelle	2012	5	4	4	4,9	4,2	6
Blankensee, tiefste Stelle	2013	5	6	6	2,8	2,1	4
Blankensee, tiefste Stelle	2014	3	4	4	0,7	2,1	5
Blankensee, tiefste Stelle	2015	6	5	6	3,5	2,8	4
Blankensee, tiefste Stelle	2017	3	4	5	2,1	2,1	3

5.5 Langsee, SL (tiefes Becken)

Stammdaten, limnochemische und –biologische Mittelwerte 2017 + 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	3,7	1,37	6,2	13,3	0,9
TP _{1m} [mg/l]	Sichttiefe [m]	Chl a Z _{integr.} [µg/l]	BV Z _{integr.} [mm ³ /l]	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
0,051	1,7	22,4	3,6	3,1 (e2)	2,2 (gut)
Tiefenkarte und oberirdisches Einzugsgebiet					
					

Der 137 ha große und in Ost-West-Richtung sehr langgestreckte Langsee liegt im Jungmoränengebiet Angelns nördlich von Schleswig bei Süderfahrenstedt (Kreis Schleswig-Flensburg). Der See weist ein relativ zum Seevolumen großes Einzugsgebiet auf (VQ = 3,7). Der See ist in zwei Becken unterteilt, das kleinere und flachere West- und das große tiefere Ostbecken. Nur das größere Ostbecken wurde 2017 untersucht. Submerse sind schwach vertreten.

5.5.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen März und Oktober 2017 wurden 7 tiefenintegrierte Mischproben (0-6 m) im tieferen Ostbecken entnommen. Der See weist im Mittel moderat erhöhte Chlorophyll a- Gehalte und Biovolumina auf (Saisonmittel 3,6 mm³ l⁻¹ Biovolumen und 22,4 µg l⁻¹ Chl.a). Der flache und sehr windexponierte Langsee ist bis in den Mai hinein durch Bacillariophyceen (Kieselalgen) und im Sommer/Herbst deutlich durch Cyanobakterien (Blaualgen) geprägt (Abb. 18). Insgesamt wurden 60 verschiedene Taxa identifiziert.

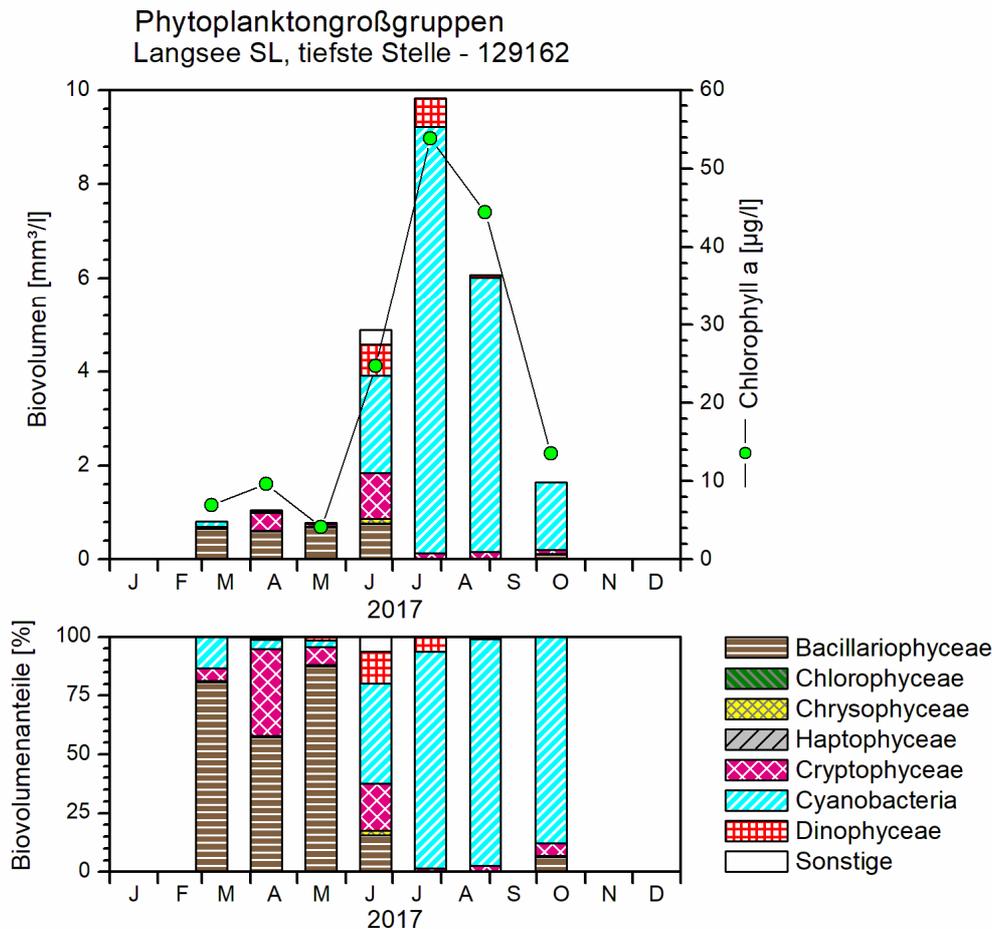


Abb. 18: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Langsees, SL (tiefste Stelle) im Jahr 2017. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Im März und April ist der Langsee voll durchmischt; auch im Mai kann sich bei beginnender Erwärmung des oberen Wasserkörpers noch keine stabile Schichtung aufbauen. Während dieser Zeit dominieren pennale und centrale Bacillariophyceen. Im März und April wird das Phytoplankton vor allem durch *Asterionella formosa* dominiert (56 und 29 % Anteil an der Gesamtbiomasse), im April auch durch *Aulacoseira subarctica* (11 % Anteil). Im Mai dagegen herrschen solitäre Centrales vor, in erster Linie *Cyclotella balatonis* (36 % Anteil an der Gesamtbiomasse) und *Stephanodiscus neoastraea* (47 % Anteil). Die Biomassen in allen drei Monaten sind gering, trotz zunehmender Lichteinstrahlung und steigenden Temperaturen. Einer der Gründe für die geringen Biomassen ist neben beginnender Sedimentation der Kieselalgen in der zunehmenden Biomasse der Cladoceren des Zooplanktons zu vermuten (s.u. Kap. 5.5.2).

Ab Juni bei schwacher Temperaturschichtung ist die Kieselalgenbiomasse auf ähnlich hohem Biomasse-Niveau wie im Mai. Andere Algengruppen treten nun jedoch hinzu und bilden teils höhere Biomassen, v.a. Cyanobakterien. Hauptvertreter der Blaualgen sind *Anabaena mendotae* (10 % Anteil) und 2 *Microcystis*-Arten (*M. aeruginosa* mit 18 % Anteil und *M. wesenbergii* mit 9 % Anteil).

Im Juli erreicht die Blaualgenbiomasse ihren höchsten Jahreswert, der zu 82 % durch 3 *Microcystis*-Arten geprägt wird (*M. aeruginosa* mit 40 % Anteil, *M. wesenbergii* mit 30 % Anteil und *M. viridis* mit 12 % Anteil).

Ende August bei abnehmender Lichteinstrahlung nehmen die Biomassen ab, wobei der Anteil von *Microcystis* weiter sehr hoch ist (70 %). Gleichzeitig nimmt die nostocale Blaualgenart *Anabaena lemmermannii* mit 25 % Anteil an der Gesamtbio­masse deutlich zu.

Bis Mitte Oktober nimmt die Blaualgenbiomasse noch deutlicher ab, wobei *Microcystis* nun einen Anteil von ca. 60 % aufweist. Auch hier ist *Anabaena lemmermannii* mit 22 % Anteil an der Gesamtbio­masse stark vertreten.

Profundaldiatomeen

Die gesondert entnommene Probe der Profundaldiatomeen vom 10.10.2017 ergab in Teilen ähnliche Dominanzverhältnisse wie bei der Biomasse der pelagisch erfassten Kieselalgen, außer bei *Cyclostephanos dubius*: Diese kleinzellige Art, die im Pelagial in der Biomasse eine untergeordnete Rolle spielte, war mit 30 % Anteil an den gezählten Schalen die häufigste Art im Profundalschlamm.

Weitere wichtige Taxa im Profundal waren *Stephanodiscus neoastraea* (14 % Anteil), *Aulacoseira granulata* (13 % Anteil) und die 3 Arten *Asterionella formosa*, *Stephanodiscus minutulus* und *Cyclotella balatonis* (jeweils 9 % Anteil). Weitere Informationen zur Auswertung der Profundaldiatomeen mittels DiProf finden sich in Kap. 5.2.1.

PhytoSee-Bewertung

Im Rahmen der EU-WRRL wurde das Ostbecken des Langsees, SL, mittels der Qualitätskomponente Phytoplankton als „gut“ eingestuft, bei Einbeziehung des DiProf's verschiebt sich die Einstufung in den Grenzbereich zu „mäßig“ (siehe auch Kap. 5.2.2). Die gute Einstufung ist vor dem Hintergrund der deutlich erhöhten sommerlichen Blaualgenblüten im Juli und August und mit Sichttiefen deutlich < 1m auf den ersten Blick nicht eindeutig zu bejahen. Wenn man jedoch für den stark polymiktischen See den gesamten Zeitraum März bis Oktober betrachtet, in dem nur der Hochsommer (Juli, August) stark planktondominiert ist und der übrige Zeitraum 2017 relativ planktonarm war, ist innerhalb dieses Bewertungsverfahrens die Einstufung des tieferen Beckens eher plausibel.

Bei Betrachtung des gesamten Sees (inkl. flacheres Westbecken) ist anhand der letzten Altdaten von 2011 (ARP & MAIER 2012) von einer höheren Einstufung auszugehen („mäßig“ mit Tendenz in Richtung „unbefriedigend“).

5.5.2 Ergebnisse Zooplankton

Im Langsee wurden von März bis Oktober 7 Zooplanktonproben entnommen; der See wurde bis in eine Tiefe von 12 m beprobt.

Insgesamt wurden 37 Taxa des Metazooplanktons nachgewiesen (22 Rädertier-Arten, 10 Cladoceren- und 5 Copepoden-Arten). Der See gehört damit zu den artenarmen Seen des Untersuchungszeitraums. Darüber hinaus konnten Larven von Büschelmücken und Dreikantmuscheln nachgewiesen werden. Für das Protozooplankton wurden weitere drei Taxa unterschieden, dabei es handelt sich um Schalenamöben und Wimperntierchen

Rädertiere sind durchschnittlich mit 225 Ind./L im Plankton vorhanden, im April wurden maximal 532 Ind./L registriert. Die Facettenrädertierchen *Keratella cochlearis* und *K. quadrata* sind ganzjährig aspektbestimmend vorhanden. Drachenträdertiere (*Synchaeta* sp.) bilden im Frühjahr und Flossenrädertiere (*Polyarthra div spec.*) im Sommer und Herbst höhere Bestandsdichten aus. Arten mit spezifischen Nahrungsansprüchen (*Trichocerca* sp.) konnten nur vereinzelt registriert werden.

Die Abundanz der **Cladoceren** entspricht mit ca. 30 Ind./L dem Durchschnitt der untersuchten Seen. Die im April nachgewiesene maximale Abundanz wurde zu fast 100% von Rüsselkrebsen (*Bosmina longirostris*) gebildet. Größere Arten wie *Daphnia galeata*, *D. cucullata*, *D. hyalina* und Hybriden waren in Individuendichten zwischen 1 und 14 Ind./L von April bis Oktober vorhanden. *D. cucullata* und *D. x krausi* kamen dabei mit der höchsten Stetigkeit vor. *Ceriodaphnia quadrangula* entwickelte sich im September und Oktober zum aspektbestimmenden Taxon.

Innerhalb der **Copepoden** ist im Frühjahr *Cyclops kolensis* aspektbestimmend, während der warmen Jahreszeit dominiert *Mesocyclops leuckarti*. Der zu den Schwebekrebsen gehörende *Eudiaptomus graciloides* kommt ganzjährig im Plankton vor, die Individuendichten liegen zwischen 1 und 12 Ind./L. Mit durchschnittlich 51 Ind./L ist die Abundanz der Ruderfußkrebse im Langsee niedriger als im Mittel für alle hier untersuchten Seen.

Hinsichtlich der **Biomasse** des Metazooplanktons liegt der Langsee mit 278 µg/L (Mittelwert) bzw. 289 µg/L (Median) - nach TGL (1982) im oberen mesotrophen Bereich. Starke Massenbildner sind im zeitigen Frühjahr (März, April) die cyclopoiden Ruderfußkrebse; sie stellen im März $\geq 90\%$ der Zooplanktonmasse, im April sind es immer noch 70%. Im restlichen Untersuchungszeitraum sind Cladoceren stark vertreten. Rädertiere bleiben ganzjährig $<10\%$ Anteil an der Gesamt-Zooplankton-Biomasse (Abb. 19).

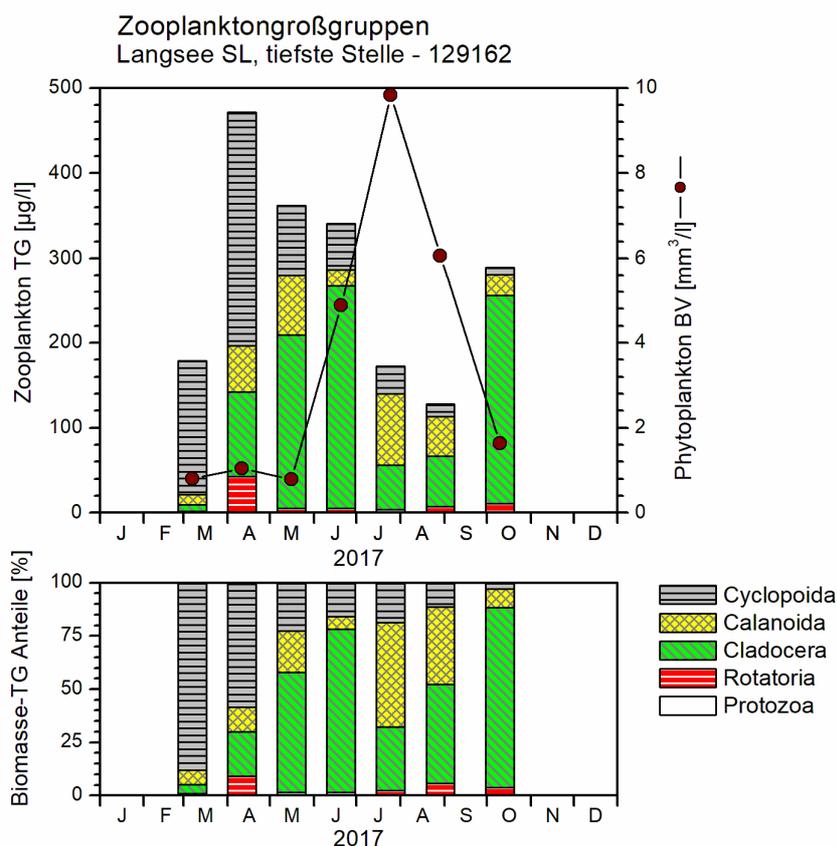


Abb. 19: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Linie) für den Langsee im Jahr 2017. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

Nahrungsnetz nach Phytoloss

Der Grazing-Druck seitens des Zooplanktons insgesamt bzw. der Cladoceren auf das fressbare Phytoplankton ist moderat bzw. stark ausgeprägt (**MGI** = Effektklasse 4 und **CGI** = Effektklasse 5), der (gesamt) Umsatz von Phytoplankton- in Zooplankton-Masse wird demgegenüber als sehr gering beurteilt (**Z/P** = Effektklasse 1). Die Futterqualität für das Zooplankton ist aufgrund des hohen Anteils an Blaualgen vor allem im Juli und August gering bis sehr gering (**FQI** und **FQIC** = Effektklasse 2,1 bzw. 0,7); der Anteil des fressbaren Phytoplanktons beträgt 30% für das Zooplankton insgesamt und lediglich 10 % für die Cladoceren (Abb. 20).

Der Cladoceren-Größenindex (**MCM**) liegt im Sommer (Median aus Messwerten im Juli und August) bei $2,2 \mu\text{g}/\text{Ind.}$ und damit deutlich unter dem Wert einer 1 mm großen Daphnie, was auf deutliche Fraßeffekte durch Fische hinweist. Der über das PhytoLoss Verfahren errechnete **FPI** indiziert mit Effektklasse 5 ebenfalls hohe Fischfraß-Effekte (Abb. 20).

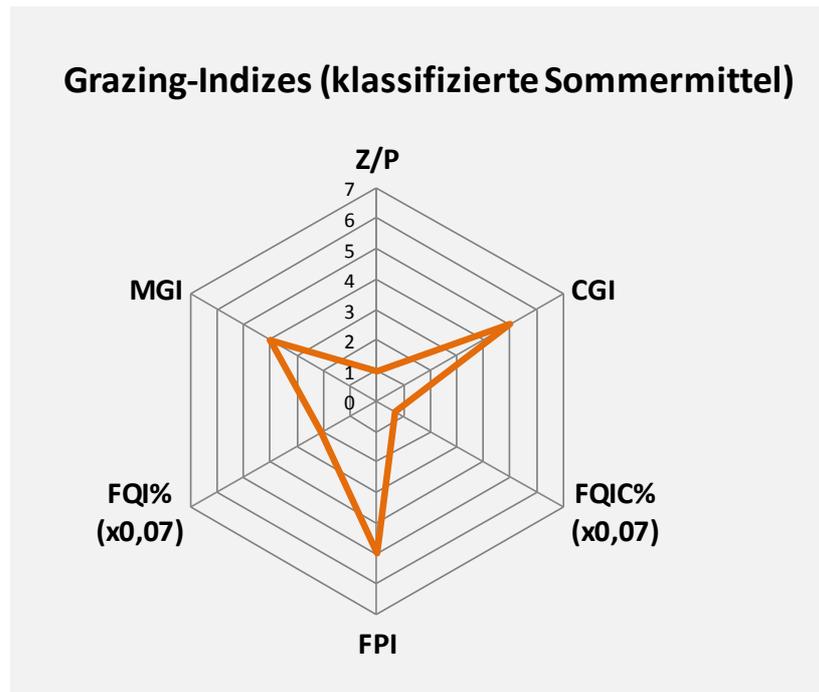


Abb. 20: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Langsee, SL im Jahr 2017.

5.5.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Langsee, SL (tiefes Becken)

5.5.3.1 Phytoplankton

Der Langsee liegt bezüglich der See-Streckung nahezu genau in der Hauptwindrichtung (SW → NO) und ist daher im Großteil des Wasserkörpers auch im Sommer durchmischt. Entsprechend wird die erste Jahreshälfte deutlich durch Bacillariophyceen dominiert, die wegen der relativ schweren Kieselschalen nur bei Turbulenz einen erhöhten Anteil an der Biomasse bilden können. Die Biomassen bis Juni sind jedoch relativ für einen hoch eutrophen See gering (Sichttiefen 1,7 – 3,1 m), so dass in dieser Zeit Unterwasserpflanzen prinzipiell die Möglichkeit einer stärkeren Besiedlung hätten.

Im Sommer bei geringerer Turbulenz, sehr schwacher Schichtung (schwächer als im Bistensee) mit großem Epilimnion und wie im Frühjahr moderat erhöhten Nährstoffgehalten dominieren nostocale und vor allem chroococcale Cyanobakterien (*Microcystis*). Bei sommerlich nicht optimaler Lichtversorgung des Wasserkörpers hat *Microcystis* einen Vorteil gegenüber anderen Algengruppen, da es seine Position verändern kann. Dabei ist diese Gattung im Positionswechsel schneller als z.B. *Ceratium* die ebenfalls im Sommer auftreten kann. Im sehr windexponierten Langsee sind nahezu tägliche Durchmischungen zu erwarten (mehr dazu Kap. 5.9). Eine Erhöhung der Phosphorwerte im Spätsommer, wie es in vielen Flachseen stattfindet, gab es nicht. Entsprechend sind die Werte für Chla/TP hoch.

Altdaten Phytoplankton

Die aktuellsten Altdaten vom Langsee, SL, liegen von 2005 und 2011 vor (ARP & DENEKE 2006; ARP & MAIER 2012). Das Phytoplankton wurde 2005, 2011 und 2017 vom gleichen Bearbeiter untersucht.

Im tiefen Becken wurden 6 Proben 2005 und 5 Proben 2011 entnommen, beim Chl.a und Plankton z.T. aus deutlich verschiedenen Tiefen. Während die Proben 2005 im März und April aus 1 m Tiefe und danach im Sommer integriert (0–2 m bis 0–6 m) entnommen wurden, waren 2011 und 2017 die Tiefe aller Phytoplankton- und Chl.a-Proben integriert aus 0 – 6 m.

Beim Vergleich der drei Jahre sind für 2017 die niedrigsten Gehalte trophischer Parameter (Phosphor, Chl.a) und auch des Phytoplankton-Biovolumens erkennbar. Die im Mittel höchsten Gehalte 2011 sind zu relativieren, da die 2 Hochsommerproben stärker ins Gewicht fallen (z.B. keine Herbstprobe) (

Tab. 14, Abb. 21).

Bei der taxonomischen Zusammensetzung gibt es große Ähnlichkeiten in allen drei Jahren. Es dominieren im Frühjahr v.a. die centriscen Bacillariophyceen-Arten *Stephanodiscus neoastraea* und *Cyclotella balatonis* und im Sommer/Herbst vor allem Cyanobakterien mit den 2 Arten *Microcystis aeruginosa* und *M. wesenbergii*.

Die Nostocales wiesen nur an wenigen Terminen in den drei Jahren erhöhte Gehalte auf. An 2 der 3 Termine mit erhöhten Biovolumina für Nostocales war der gelöste anorganische Stickstoff in Relation zum Phosphor gering (weiteres zu *Microcystis* und den Nostocales in der Zusammenschau aller Seen siehe Kap. 5.9)

Insgesamt ist kein Trend bei der Phytoplanktonentwicklung seit 2005 erkennbar.

Tab. 14: Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2017 im Vergleich zu früheren Jahren für das tiefe Becken des Langsees, SL.-
Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor.
 (1): 2005: Phytopl. und Chl.a aus 1 m oder als Mischprobe aus geringeren Tiefen als 2011 und 2017; 2011 und 2017: stets Mischprobe aus 0 – 6 m Tiefe. (2): nur 5 Proben Apr.- Aug.

Langsee, SL (tiefste Stelle) (Saisonmittelwerte)	Sicht- tiefe (m)	TP (1 m) (mg/l)	Chl a (Zintegr.) (µg/l)	PP BV (Zintegr.) (mm ³ /l)	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
2005 ⁽¹⁾	1,2	0,068	26,6	4,8	3,4 (e2)	2,4
2011 ^{(1), (2)}	1,1	0,076	37,7	5,7	3,5 (p1)	2,8
2017 ⁽¹⁾	1,7	0,051	22,4	3,6	3,1 (e2)	2,2

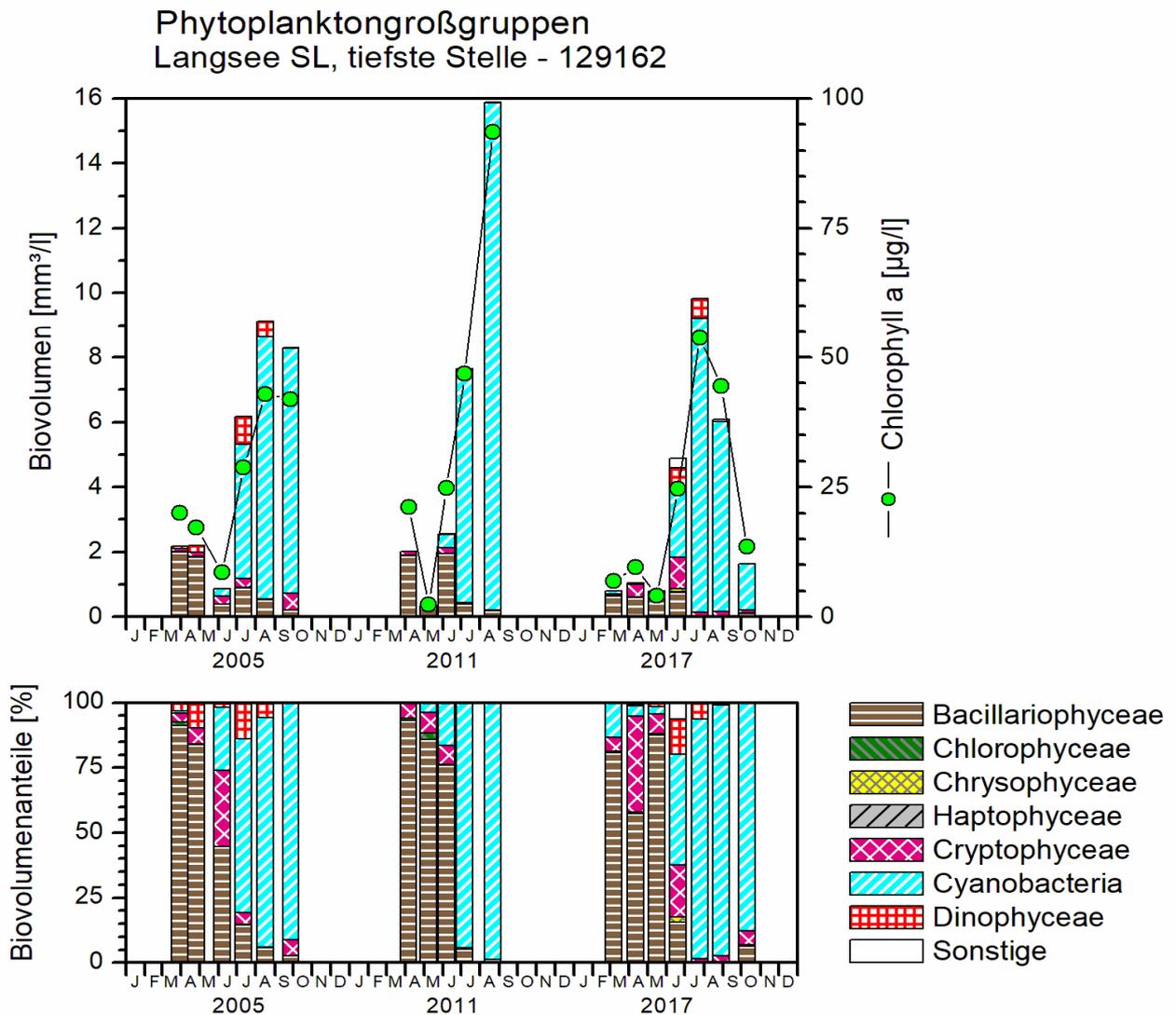


Abb. 21: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Langsees, SL für die Jahre 2005, 2011 und 2017. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

5.5.3.2 Zooplankton

Der Langsee wurde bereits in den Jahren 2001 und 2005 und 2011 untersucht (Speth & Speth 2001; ARP & DENEKE 2006; ARP & MAIER 2012). Angaben zur Biomasse liegen seit 2005 vor (Abb. 22).

Die Anzahl nachgewiesener Taxa ist im Vergleich mit Altdaten konstant geblieben, es sind keine signifikanten Unterschiede feststellbar. Für die durchschnittlichen Trockenmassen des Zooplanktons wurden $200 \mu\text{g}/\text{L}$ (2005) und $221 \mu\text{g}/\text{L}$ (2011) ermittelt, aktuell sind es $278 \mu\text{g}/\text{L}$ (2017). Hier ist über die Jahre ist ein leichter Anstieg zu verzeichnen, was auf eine Tendenz zur Eutrophierung hindeutet. Der durchschnittliche Cladoceren-Größenindex (MCM) lag 2005 und 2011 bei 4,2 bzw. 4,8 $\mu\text{g}/\text{Ind.}$, im Vergleich mit dem aktuellen Wert von 2,2 nimmt der Fraßdruck durch Fische tendenziell zu.

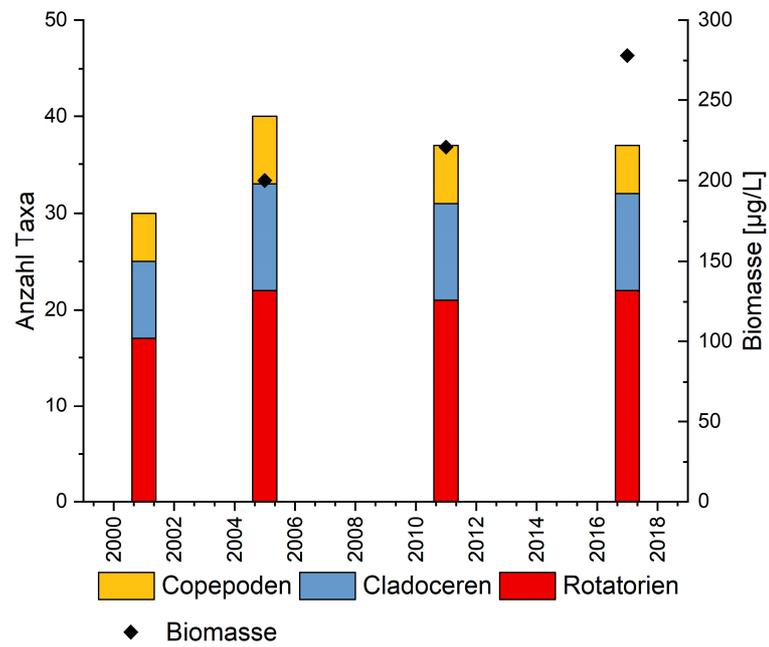
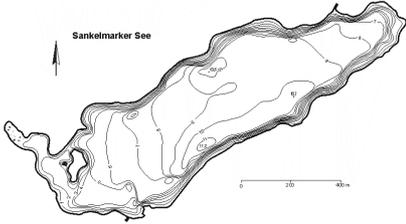
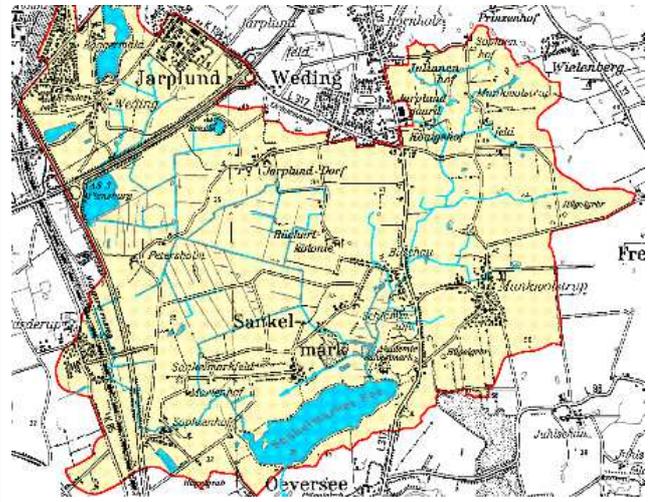


Abb. 22: Taxazahlen und Biomasse des Zooplanktons für den Langsee, SL (tiefes Becken), im Jahresvergleich.

5.6 Sankelmarker See

Stammdaten, limnochemische und –biologische Mittelwerte + Indices 2017					
Seetyp (Plkt.)	VQ [km ² 10 ⁶ m ⁻³]	See-Fläche [km ²]	Tiefe–mittel [m]	Tiefe–max [m]	th. Verweilzeit [a]
11.1	5,1	0,57	6,5	11,2	0,6
TP _{1m} [mg/l]	Sichttiefe [m]	Chl a Z _{integr.} [µg/l]	BV Z _{integr.} [mm ³ /l]	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
0,075	1,6	21,9	3,5	3,3	2,1 (gut)
Tiefenkarte und oberirdisches Einzugsgebiet					
					

Der relativ kleine Sankelmarker See liegt südlich von Flensburg im Kreis Schleswig-Flensburg. Das relativ zum Seevolumen große Einzugsgebiet (VQ = 5,1) ist unterschiedlich strukturiert, östlich stark reliefiert (weichsel-eiszeitliche Moränen) und westlich relativ eben (Sander), mit überwiegend landwirtschaftlicher Nutzung (LAWAKÜ 1983).

Der Sankelmarker See verfügt über 2 Zuläufe, v.a. einem größeren Zulauf am Nordostufer (Vorfluter Bilschau) und einen Ablauf am Südwestufer (Bek), was die relativ kurze theoretische Verweilzeit erklärt. Das Umland des Sees wird überwiegend intensiv landwirtschaftlich genutzt, nur am Nordostrand und auf einer Halbinsel am Nordwestufer grenzen Waldflächen an (BIOTA 2018b).

Die Submersvegetation ist schwach entwickelt (BIOTA 2018b).

5.6.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen März und Oktober 2017 wurden 7 tiefenintegrierte Mischproben aus jeweils 0-6 m entnommen. Insgesamt wurden 2017 erhöhte Chlorophyll a- Gehalte und Biovolumina ermittelt, mit den höchsten Gehalten im Herbst (Saisonmittel: 21,9 µg l⁻¹ Chl a und 3,5 mm³ l⁻¹

Biovolumen). Der Sankelmarker See ist sehr ähnlich wie der Langsee (Kap. 5.5) bis in den Mai hinein durch Bacillariophyceen (Kieselalgen) und im Sommer/Herbst deutlich durch Cyanobakterien (Blaualgen) geprägt (Abb. 23). Insgesamt wurden 59 verschiedene Taxa identifiziert.

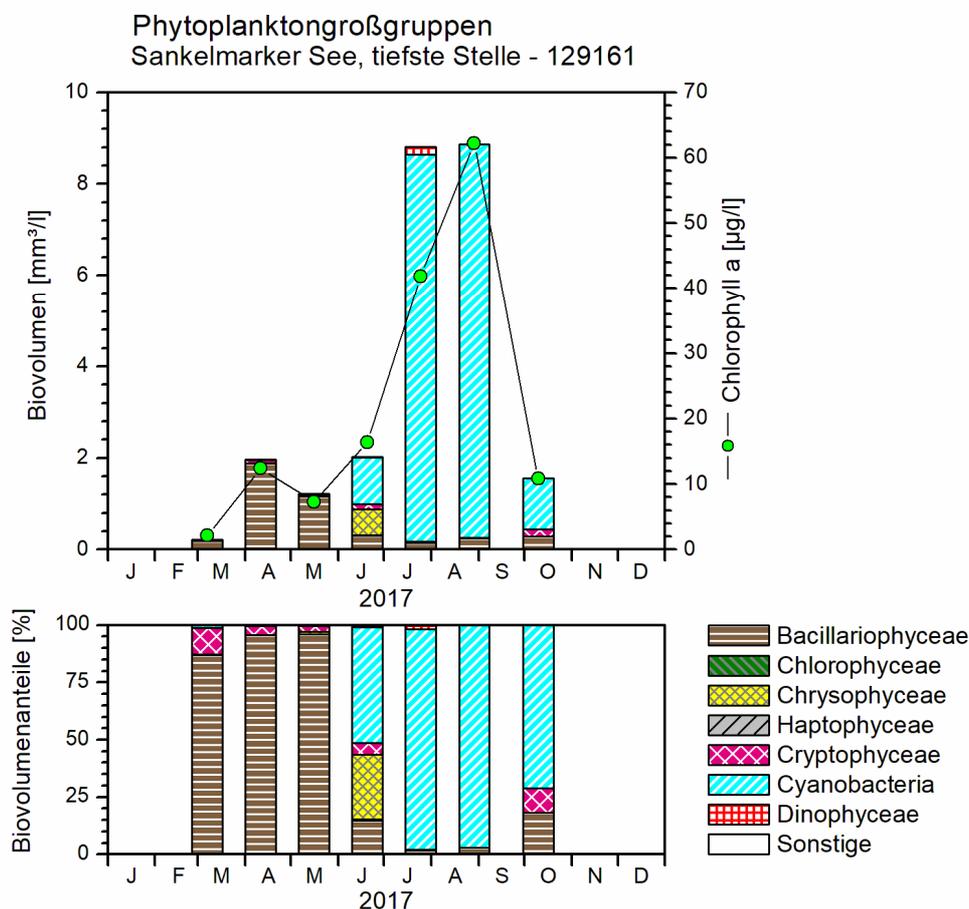


Abb. 23: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Sankelmarker Sees im Jahr 2017. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Im März und April ist der Sankelmarker See voll durchmischt; auch im Mai kann sich bei beginnender Erwärmung des oberen Wasserkörpers noch keine stabile Schichtung aufbauen. Während dieser Zeit dominieren vor allem zentrale Bacillariophyceen. Von März bis Mai dominiert vor allem *Stephanodiscus neoastraea*, mit Anteilen an der Gesamtbioasse von 37 bis 65 %. Daneben sind *Stephanodiscus alpinus* im März und April (17 und 19 % Anteil) und *Cyclotella balatonis* im Mai (34 % Anteil an der Gesamtbioasse) stark vertreten. *Aulacoseira* als kettenförmige centrische Kieselalge tritt subdominant auf, v.a. *Aulacoseira subarctica*. Die Biomasse im Mai ist weiterhin gering, trotz zunehmender Lichteinstrahlung und steigenden Temperaturen. Einer der Gründe für die geringe Biomasse ist neben beginnender Sedimentation der Kieselalgen in der zunehmenden Biomasse der Cladoceren des Zooplanktons zu vermuten (s.u. Kap. 5.6.2).

Ab Juni bei schwacher Temperaturschichtung ist die Kieselalgenbiomasse eingebrochen, während gleichzeitig das Sommerplankton im Wachstum beginnt. Stärkste Algengruppe sind nun bereits Cyanobakterien mit den zwei *Microcystis*-Arten (*M. aeruginosa* mit 39 % Anteil und *M. wesenbergii* mit 7 % Anteil). Daneben treten einmalig für dieses Jahr Chrysophyceen (Goldalgen) stark hervor. Hauptvertreter ist *Mallomonas caudata* (28 % Anteil an der Gesamtbiomasse).

Im Juli nehmen die Blaualgenbiomassen um ein Vielfaches zu und dominieren nun bis in den Herbst das Phytoplankton, mit hohen Biomassen auch im August. Hauptvertreter sind weiterhin *Microcystis aeruginosa* und *M. wesenbergii*. Im Hochsommer dominiert *Microcystis aeruginosa* im Juli (ca. 80 % Anteil an der Gesamtbiomasse), während *M. wesenbergii* im August vorherrschend ist (62 % Anteil). Kleinzellige Phytoplankter treten kaum noch auf, v.a. wegen des starken Zooplankton-Fraßdruckes (s.u. Kap. 5.6.2)

Bis Mitte Oktober nimmt die Blaualgenbiomasse deutlich ab, wobei nun wieder *Microcystis aeruginosa* die Hauptart der Blaualgen ist (60 % Anteil). Bei den Bacillariophyceen tritt wie im Frühjahr *Stephanodiscus neoastraea* stärker hervor.

Profundalدياتomeen

Die gesondert entnommene Probe der Profundalدياتomeen vom 10.10.2017 ergab in Teilen ähnliche Dominanzverhältnisse wie bei der Biomasse der pelagisch erfassten Kieselalgen.

Wichtige Taxa im Profundal waren *Stephanodiscus neoastraea* (22 % Anteil), *Aulacoseira granulata* (21 % Anteil) und *Aulacoseira subartica* (20 %). *Asterionella formosa* wies mit 9 % auch noch einen erhöhten Anteil auf. Weitere Informationen zur Auswertung der Profundalدياتomeen mittels DiProf finden sich in Kap. 5.2.1.

PhytoSee-Bewertung

Im Rahmen der EU-WRRL wurde der Sankelmarker See mittels der Qualitätskomponente Phytoplankton als „gut“ eingestuft (siehe auch Kap. 5.2.2). Die gute Einstufung ist vor dem Hintergrund der deutlich erhöhten sommerlich Blaualgenblüten im Juli und August auf den ersten Blick nicht eindeutig zu bejahen. Wenn man den gesamten Zeitraum März bis Oktober betrachtet, in dem nur der Hochsommer (Juli, August) stark planktondominiert ist und der übrige Zeitraum 2017 relativ planktonarm war, ist innerhalb dieses Bewertungsverfahrens die Einstufung eher plausibel.

5.6.2 Ergebnisse Zooplankton

Der Sankelmarker See wurde im aktuellen Jahr von März bis Oktober 7 x beprobt. Die Entnahmetiefe betrug 10 Meter.

Im aktuellen Untersuchungsjahr 2017 wurden insgesamt 34 Taxa des Metazooplanktons nachgewiesen (18 Rotatorien, 11 Cladoceren und 5 Copepoden). Neben den oben genannten Arten wurden noch Larven der Dreikantmuschel (*Dreissena sp.*) sowie Larven der Büschelmücken (*Chaoborus sp.*) nachgewiesen. An Protozoen wurden zusätzlich 4 Taxa

differenziert. Im Sankelmarker See wurde die geringste Artendiversität der untersuchten Seen festgestellt.

Das **Rotatorienplankton** wird ganzjährig von den weit verbreiteten und allgemein häufigen Arten *Keratella cochlearis* und *K. quadrata* (inklusive Morphen) bestimmt, die höchsten Abundanzen wurden von Juli bis Oktober erreicht. In diesem Zeitraum erreichen die Fecettenrädertierchen um 90% der Rotatorienabundanz. Der Eutrophierungszeiger *Pompholyx sulcata* bildet von Juni bis September vergleichsweise hohe Individuendichten aus. Gegen Ende des Untersuchungszeitraumes sind wieder Flossenrädertiere (*Polyarthra* spp.) zusammen mit *Keratella cochlearis* ssp. dominant. Nahrungsspezialisten (*Trichocerca similis*) und *Asplanchna priodonta*) kommen vor, sind aber schwach vertreten. Die durchschnittliche Abundanz der Rädertiere liegt mit 91 Ind./L im unteren Bereich, maximal wurden 300 Ind./L registriert.

Auch für die Abundanz der **Cladoceren** wurde mit durchschnittlichen 13 Ind./L der geringste Wert aller hier untersuchten Seen nachgewiesen. Ein erster Entwicklungspik von 23 Ind./L wird im Mai erreicht und in etwa gleichen Anteilen von verschiedenen Daphnien (inklusive Hybriden) und Rüsselkrebsen gebildet. Das Entwicklungsmaximum mit 27 Ind./L wird Ende August von *Daphnia cucullata*, *D. galeata* und *D. hyalina* gebildet, zusätzlich waren *Chydorus sphaericus* und *Diaphanosoma brachyurum* vorhanden.

Innerhalb der **Copepoden** ist im Frühjahr *Cyclops kolensis* aspektbestimmend, während der warmen Jahreszeit dominiert *Mesocyclops leuckarti*. Die zu den Schwebekrebsen gehörenden Arten *Eudiaptomus gracilis* und *E. graciloides* sind vor allem im Frühjahr präsent, die ohnehin geringen Individuendichten dieser Arten gehen in der zweiten Jahreshälfte noch weiter zurück. Für die Abundanz der Ruderfußkrebse (inkl. Nauplien) wurden Werte zwischen 8 und 135 Ind./L ermittelt, durchschnittlich waren 59 Ind./L vorhanden.

Hinsichtlich der **Biomasse** des Metazooplanktons liegt der Sankelmarker See mit 339 µg/L (Mittelwert) bzw. 204 µg/L (Median) - nach TGL (1982) im Grenzbereich zwischen mesotroph und eutroph. Die Biomasse wird im Frühjahr vor allem von Ruderfußkrebsen (v.a. *Cyclops kolensis*) gebildet, in diesem Zeitraum bilden auch Schwebekrebse *Eudiaptomus gracilis* und *E. graciloides* vergleichsweise hohe Biomassen aus. Die Copepoden bilden im März/April >80% der planktischen Biomasse. Ab Mai sind die Cladoceren die Hauptmassebildner, ihr hauptsächlich von verschiedenen Daphnien und deren Hybriden gebildeter Anteil an der Biomasse beträgt zwischen 53% im Mai und >90% im Oktober (Abb. 24). Der Biomasseanteil der Rotatorien liegt ganzjährig unter 2%.

Nahrungsnetz nach PhytoLoss

Der Fraßdruck des Zooplanktons auf das fressbare Phytoplankton (**MGI und CGI**) ist für die Monate Juli und August (Achtung nur zwei Messwerte!) mit einer Effektstärke von 7 sehr hoch, demgegenüber steht eine sehr geringe Futterqualität für das Zooplankton insgesamt und für die Cladoceren im Besonderen (Effektstärken von 1,4 bzw. 0,7 für FQI bzw. FQIC). Das in diesem Zeitraum zur Verfügung stehende „Futter“ besteht überwiegend aus (nicht fressbaren) Blaualgen, sowie wenigen Dinoflagellaten und Kieselalgen. Gut fressbare Bestandteile wurden vermutlich vom Zooplankton bereits gefressen und sind nur in geringsten Konzentrationen

vorhanden. Unter diesen Bedingungen kann es ähnlich wie im Bistensee zu inversem Grazing kommen, indem der starke Fraßdruck auf die fressbaren Phytoplankter die Konkurrenzbedingungen für das nicht-fressbare Phytoplankton erhöht. Der Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse ist auf Grund der geringen Futterqualität des Phytoplanktons ebenfalls gering (Z/P =Effektklasse 2).

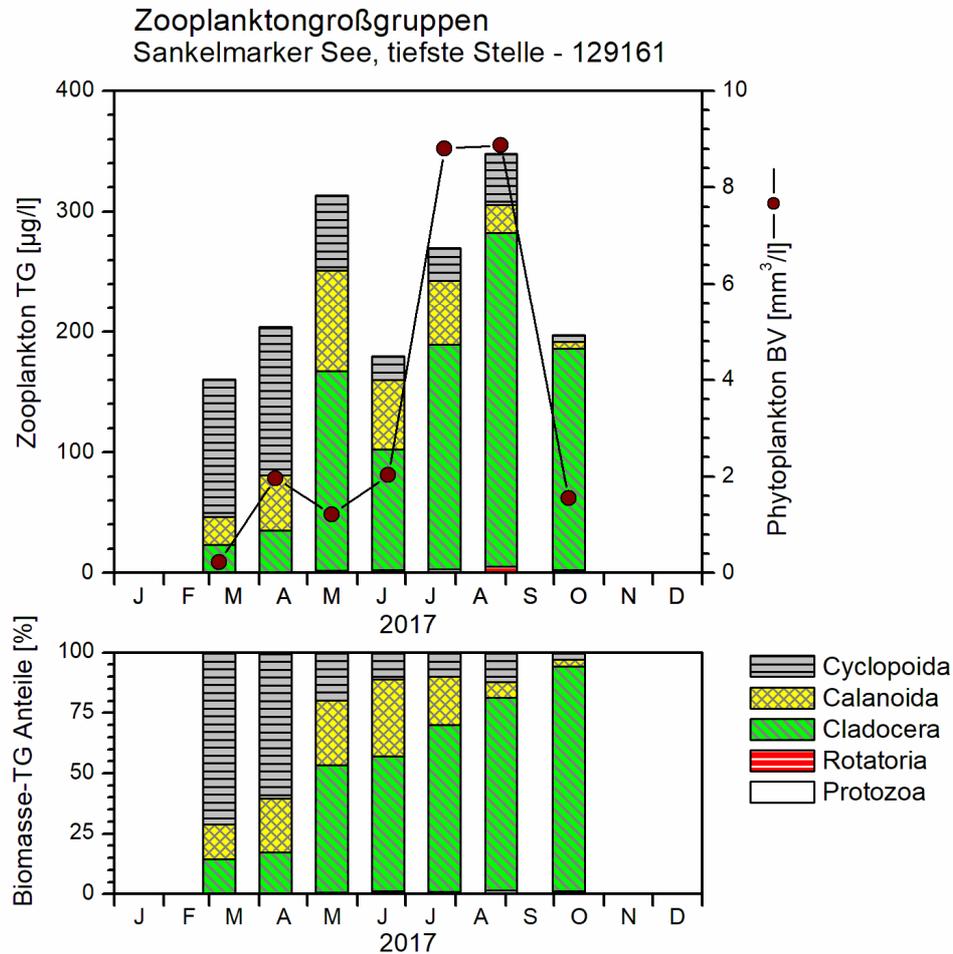


Abb. 24: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Linie) für den Sankelmarker See im Jahr 2017. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

Der Cladoceren-Größenindex (**MCM**) liegt im Sommer (Median aus Messwerten im Juli und August) bei 11,6 µg/Ind. und damit deutlich über dem Wert einer 1 mm großen Daphnie, was auf sehr geringe Fraßeffekte durch Fische hinweist. Der über das PhytoLoss Verfahren errechnete **FPI** indiziert mit Effektklasse 3 ebenfalls geringe Fischfraß-Effekte (Abb. 25).

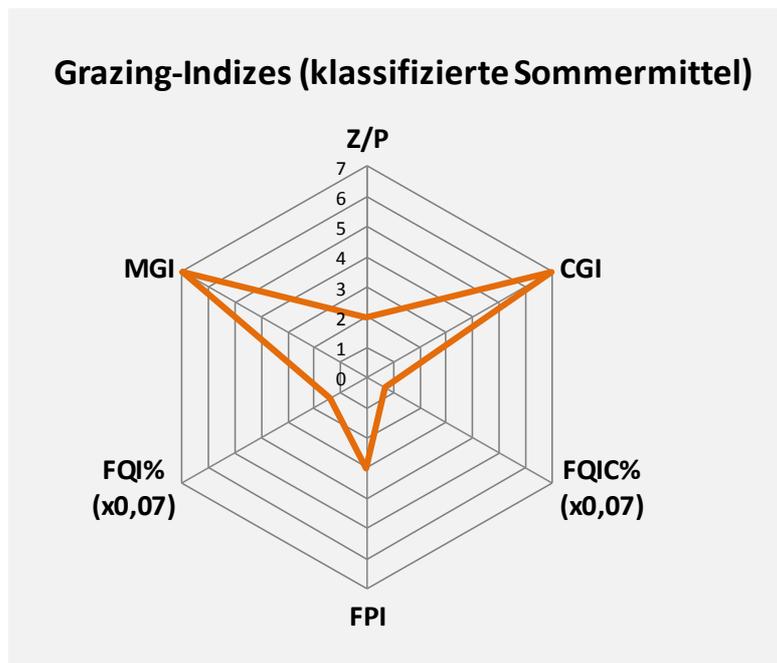


Abb. 25: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Sankelmarker See im Jahr 2017.

5.6.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Sankelmarker See

5.6.3.1 *Phytoplankton*

Der Sankelmarker See liegt bezüglich der See-Streckung nahezu genau in der Hauptwindrichtung (SW → NO) und ist daher sehr ähnlich wie der Langsee im Großteil des Wasserkörpers auch im Sommer durchmischt bzw. im unteren Wasserkörper schwach geschichtet. Daher wird das Phytoplankton bis zum Mai deutlich von Bacillariophyceen dominiert, die wegen der relativ schweren Kieselshalen nur bei Turbulenz einen erhöhten Anteil an der Biomasse bilden können. Die Biomassen bis Juni sind jedoch relativ für einen hoch eutrophen See gering (Sichttiefen 1,5 – 2,6 m), so dass in dieser Zeit Unterwasserpflanzen prinzipiell die Möglichkeit einer stärkeren Besiedlung hätten.

Im Sommer ab Juli bei geringerer Turbulenz, schwacher Schichtung mit großem Epilimnion und ansteigenden Nährstoffgehalten dominieren deutlich chroococcale Cyanobakterien (*Microcystis*), die effizient Phosphor in Algenbiomasse umsetzen (hohe Werte für Chla/TP). Die Lichtverfügbarkeit in der euphot. Zone ist im Spätsommer nicht optimal, vermuteter Stickstoffmangel ist nur im August erkennbar (weiteres dazu siehe Kap. 5.9).

Altdaten Phytoplankton

Die aktuellsten Altdaten vom Sankelmarker See liegen von 2005 und 2011 vor (ARP & ENEKE 2006; ARP & MAIER 2012). Das Phytoplankton wurde 2005, 2011 und 2017 vom gleichen Bearbeiter untersucht.

Während die Proben 2005 im März und April aus 1 m Tiefe und danach im Sommer integriert (0–3 m bis 0–5 m) entnommen wurden, waren 2011 und 2017 die Tiefe aller Phytoplankton- und Chl.a-Proben integriert aus 0 – 6 m.

Beim Vergleich der drei Jahre ist die trophische Einstufung gleich (eutroph 2). Unterschiede gibt es hier vor allem beim Chl.a aufgrund unterschiedlich ausgeprägter Algenpeaks, mit den geringsten Gehalten 2011 (Tab. 15, Abb. 26). Gründe für die fehlende Blaualgenblüte im Hochsommer 2011 können hier nicht genannt werden.

Bei der taxonomischen Zusammensetzung gibt es in allen drei Jahren Ähnlichkeiten. Es dominieren im Frühjahr v.a. die centrische Bacillariophyceen-Arten *Stephanodiscus neoastraea* und abgeschwächt *Aulacoseira*. Im Sommer/Herbst dominieren in allen 3 Jahren großvolumige Dinophyceen oder Cyanobakterien (Dinophyceen: *Ceratium hirundinella*; Cyanobakterien: *Microcystis aeruginosa* bzw. abgeschwächt *M. wesenbergii*), wobei die starke Blaualgen-Dominanz 2017 auffällt (Abb. 26).

Beide Gattungen, *Ceratium* und *Microcystis*, haben die gleiche ökologische Nische, da sowohl *Ceratium* (Flagellen) als auch *Microcystis* (Auftriebsregulierung durch die Bildung von Gasvakuolen) vertikal im Wasserkörper wandern können, um ein optimales Wachstum zu gewährleisten. Nach REYNOLDS (1984b) gehören sie funktionell zur gleichen Gruppe (weitere Informationen zu beiden Gattungen siehe Kap. 5.9).

PhytoSee-Bewertung (Vergleich mit früheren Jahren):

Der Sankelmarker See wurde 2011 und 2017 mit „gut“ eingestuft, 2005 war der See dagegen „mäßig“, wobei 2005 nur 5 Proben in die Bewertung gingen (Tab. 15). Die Bewertung des Sankelmarker Sees anhand des Phytoplanktons liegt im oberen Bereich der Klasse 2 (gut) in Richtung „mäßig“ und kann ähnlich wie im Langsee, SL, witterungsbedingt um etwa eine halbe Klasse schwanken.

Tab. 15: Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2017 im Vergleich zu früheren Jahren für den **Sankelmarker See**.
Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor.
⁽¹⁾: 2005: Phytopl. und Chl.a aus 1 m oder als Mischprobe aus geringeren Tiefen als 2011 und 2017; 2011 und 2017: stets Mischprobe aus 0 – 6 m Tiefe.- ⁽²⁾: In die Bewertung gingen nur 5 Proben ein (März – September), daher eingeschränkte Bewertung

Sankelmarker See (Saisonnittelwerte)	Sicht-tiefe (m)	TP (1 m) (mg/l)	Chl a (Z _{integr.}) (µg/l)	PP BV (Z _{integr.}) (mm ³ /l)	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
2005 ⁽¹⁾	1,2	0,068	27,0	5,5	3,5 (e2)	(2,6) ⁽²⁾
2011 ⁽¹⁾	1,5	0,068	13,8	2,4	3,1 (e2)	1,8
2017 ⁽¹⁾	1,6	0,075	21,9	3,5	3,3 (e2)	2,1

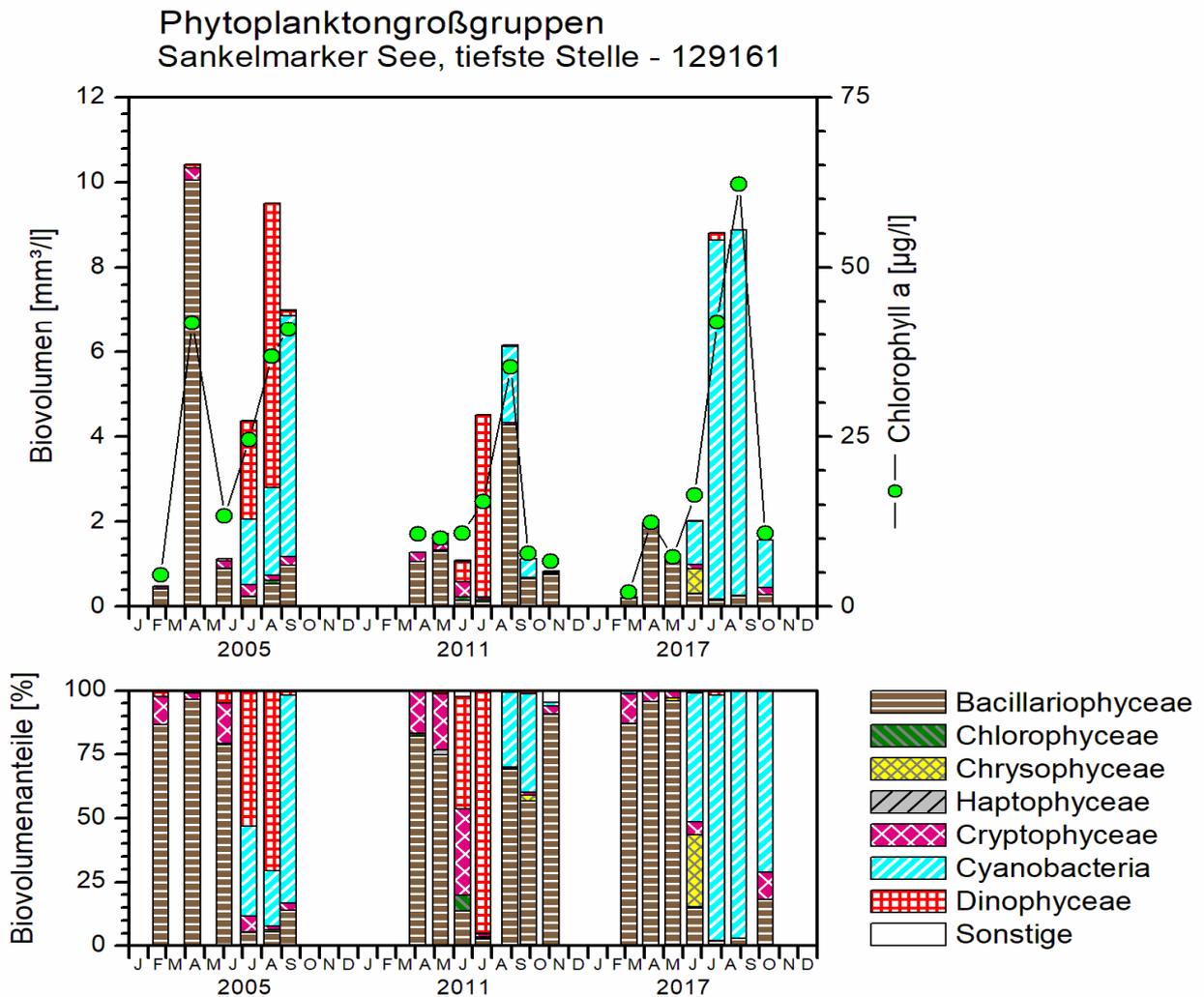


Abb. 26: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Sankelmarker Sees für die Jahre 2005, 2011 und 2017. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

5.6.3.2 Zooplankton

Der Sankelmarker See wurde bereits in den Jahren 2001, 2005 und 2011 untersucht (Speth & Speth 2001; ARP & DENEKE 2006; ARP & MAIER 2012). Angaben zur Biomasse liegen seit 2005 vor (Abb. 27).

Die Anzahl nachgewiesener Taxa ist insbesondere im Zeitraum zwischen 2011 und 2017 rückläufig, vor allem die Tiergruppen Rotatorien und Cladoceren waren mit weniger Arten vertreten. Für die durchschnittlichen Trockenmassen des Zooplanktons wurden 170 µg/L (2005) und 197 µg/L (2011) ermittelt, aktuell sind es 239 µg/L (2017). Hier ist über die Jahre ein leichter Anstieg zu verzeichnen, was auf eine Tendenz zur Eutrophierung hindeutet. Der durchschnittliche Cladoceren-Größenindex (MCM) lag über die Jahre zwischen 4,7 und 6,1 µg/Ind.; verglichen mit dem aktuell ermittelten Wert von >11 ist der ohnehin nur moderate Effekt von Fischen auf das Zooplankton rückläufig.

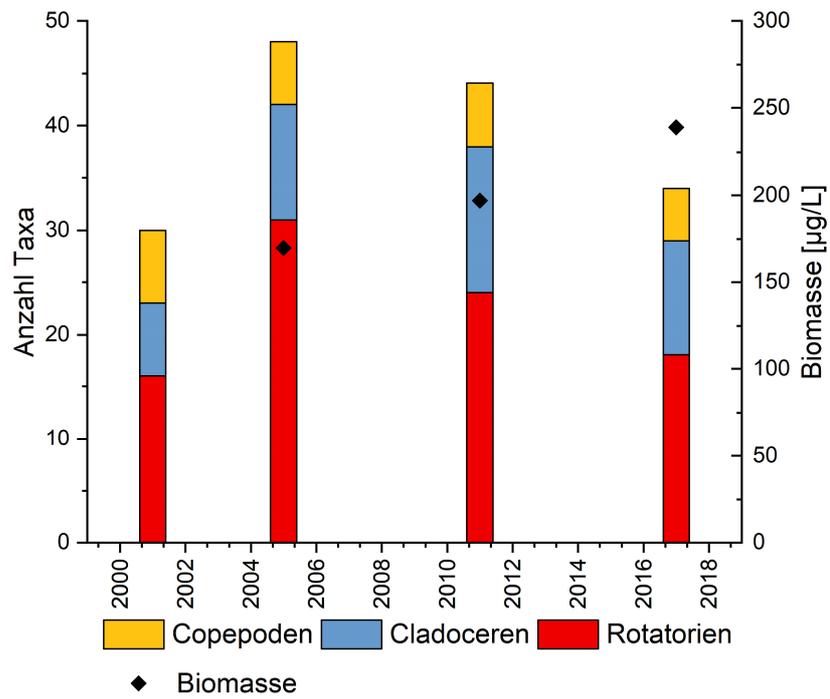
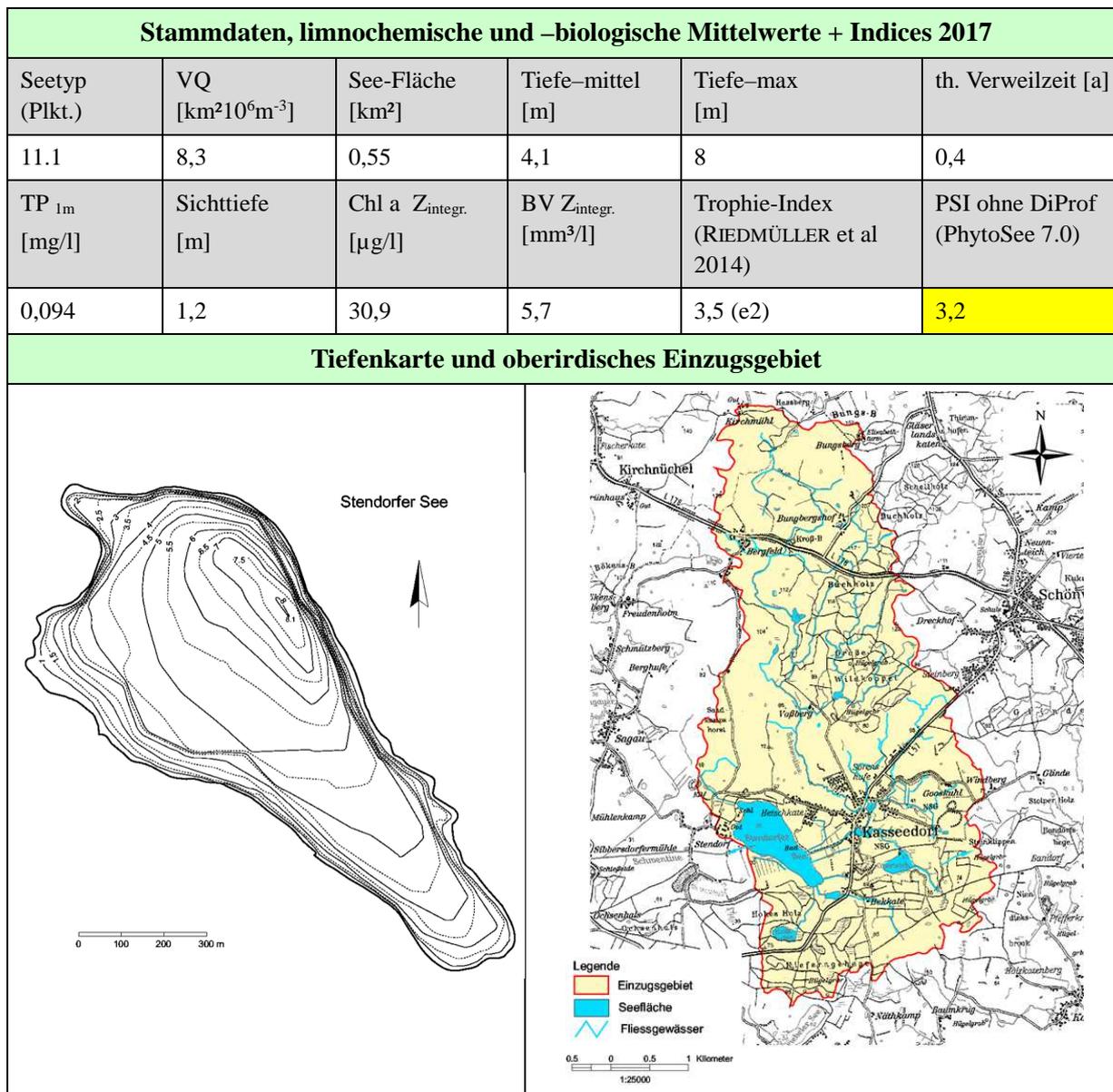


Abb. 27: Taxazahlen und Biomasse des Zooplanktons für den Sankelmarker See im Jahresvergleich.

5.7 Stendorfer See



Der relativ kleine Stendorfer See liegt im Östlichen Hügelland im Kreis Ostholstein bei Kasseedorf östlich Eutin. Der sehr flache See ist der erste größere der von der Schwentine durchflossenen Seen. Das vor allem nördlich gelegene Einzugsgebiet ist durch die Schwentine in Relation zum Seevolumen groß. Zudem gibt es weitere kleine Zuläufe zum See. Die theor. Verweilzeit ist entsprechend gering (0,4 Jahre).

Der Stendorfer See entstand eiszeitlich durch die Eutiner Gletscherzunge, die ein großes Becken umfasste, in welchem später durch Moränen der Stendorfer See und andere Seen vom Kellersee abgetrennt wurden (LANU 2006).

Eine Tauchblattvegetation im See fehlt weitgehend (BIOTA 2018a).

5.7.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen März und Oktober 2017 wurden 7 tiefenintegrierte Mischproben aus 0-6 m entnommen. Insgesamt wurden 2017 erhöhte Chlorophyll a- Gehalte und Biovolumina ermittelt, mit den höchsten Gehalten im März und August (Saisonmittel: 30,9 $\mu\text{g l}^{-1}$ Chl a und 5,7 $\text{mm}^3 \text{l}^{-1}$ Biovolumen). Der Stendorfer See ist bis zum Mai durch Bacillariophyceen (Kieselalgen) und in der 2. Jahreshälfte bis zum Oktober durch Dinophyceen (Hornalgen) (Juli) bzw. Cyanobakterien (Blaualgen) geprägt (Abb. 28). Insgesamt wurden 74 verschiedene Taxa identifiziert.

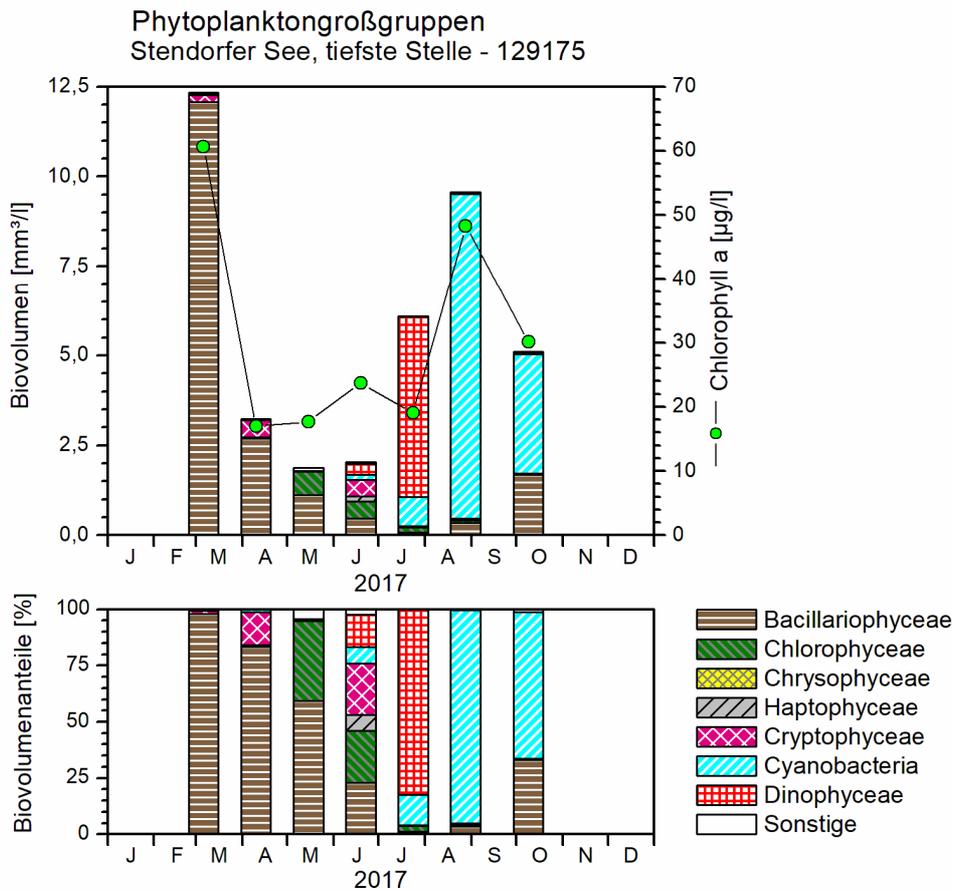


Abb. 28: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Stendorfer Sees im Jahr 2017. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Die Frühjahrs-Kieselalgenblüte wurde deutlich von der großvolumigen centrischen Art *Stephanodiscus neoastraea* geprägt. Ihre Anteile an der Gesamtbioasse waren im März und April sehr hoch (87 und 78 %), während im Mai zu Beginn des Frühsommers bei nur noch leicht erhöhten Biomassen der Anteil auf 39 % absank. Im Mai traten zudem erstmalig im Jahr Chlorophyceen (Grünalgen) verstärkt hervor, mit der schnellwachsenden kleinzelligen Art *Monoraphidium circinale* (21 % an der Gesamtbioasse) und der größervolumigen koloniebildenden und schlechter fressbaren Art *Coelastrum microporum* (6 %). Die Abnahme

der Biomasse zum Mai hin ging einher mit gleichzeitig starkem Zooplanktonfraß (s.u. Kap. 5.7.2).

Bis Mitte Juni hat sich der Fraßdruck auf das Phytoplankton vermutlich noch einige Zeit fortgesetzt, so dass die Algengehalte auch im Juni noch relativ gering waren. Es wuchsen jedoch zu einem größeren Anteil schnellwachsende relativ kleine Flagellaten, da die große Zooplankton-Population vom Mai inzwischen „zusammengebrochen“ war. Vertreter dieser Algenformen waren *Cryptomonas*-Arten bei den Cryptophyceen und *Chlamydomonas* bei den Chlorophyceen.

Erst einen Monat später im Juli hatten sich bei wieder steigenden Abundanzen der Cladoceren, der wichtigen Gruppe des Zooplanktons (s.u. Kap. 5.7.2), typische großvolumige schlecht fressbare Algentaxa durchgesetzt, vor allem der Flagellat *Ceratium hirundinella* aus der Gruppe der Dinophyceen (74 % Anteil). Cyanobakterien, die bereits ab März stets in geringen Anteilen gesichtet wurden, traten nun im Juli erstmalig in erhöhter Dichte auf. Vertreter waren die gallertigen potentiell toxischen Arten *Microcystis aeruginosa* und *M. wesenbergii*. (5 und 6 % Anteil an der Gesamtbiomasse).

Die letztgenannten Arten und weitere *Microcystis*-Arten nahmen bis Ende August deutlich in der Biomasse zu (zusammen 67 % Anteil an der Gesamtbiomasse), v.a. *M. wesenbergii*. (46 % Anteil). Daneben wurden die Blaualgen noch durch die nostocale Art *Aphanizomenon flos-aquae* geprägt (27 % Anteil).

Bis zum Oktober nahm die Biomasse der Cyanobakterien erwartungsgemäß ab, wobei sie weiterhin der Hauptbiomassebildner blieben. *M. wesenbergii* blieb die Hauptart (47 % der Gesamtbiomasse). Die im Oktober bei stärkerer Turbulenz zunehmenden Kieselalgen wurden erneut wie im Frühjahr durch *Stephanodiscus neoastraea* vertreten (31 % Anteil).

Profundalدياتomeen

Die gesondert entnommene Profundalprobe vom 9.10.2017 spiegelt nur in Teilen die Biomasseanteile der pelagischen Kieselalgen in der Lugolprobe 2017 wider. In der Schlammprobe dominierte vor allem die sehr kleinzellige Art *Stephanodiscus minutulus* (51 % Anteil an der Gesamtschalenzahl). Weitere wichtige Taxa waren *Cyclostephanos dubius* (14 %), *Aulacoseira granulata* (11 % Anteil) und die zwei Arten *Stephanodiscus neoastraea* und *Asterionella formosa* (jeweils 6 %). Weiteres zur Auswertung der Profundalدياتomeen mittels DI-PROF findet sich in Kap. 5.2.1.

PhytoSee-Bewertung

Im Rahmen der EU-WRRL wurde der Stendorfer See mittels der Qualitätskomponente Phytoplankton als „mäßig“ eingestuft (siehe auch Kap. 5.2.2). Innerhalb dieses Bewertungsverfahrens ist diese Einstufung vor dem Hintergrund des deutlichen Frühjahrspeaks im März und der erhöhten Phytoplanktongehalte mit Blaualgendominanz im Hochsommer plausibel.

5.7.2 Ergebnisse Zooplankton

Im Stendorfer See wurden von März bis Oktober 7 Zooplanktonproben entnommen; der See wurde bis in eine Tiefe von 6 m beprobt.

Der Stendorfer See gehört mit insgesamt 45 nachgewiesenen Metazooplankton Taxa zu den artenreichen Seen. Insgesamt wurden 27 Rotatorien, 10 Cladoceren und 8 Copepoden Taxa erfasst. Larven der Dreikantmuschel (*Dreissena sp.*) konnten ebenfalls nachgewiesen werden. Für die Gruppe der Protozoen wurden weitere 5 Taxa differenziert. Die Raubcladocere *Leptodora kindti* kommt im Juni/Juli in geringen Individuendichten vor, Larven der Büschelmücke (*Chaoborus sp.*) konnten nicht nachgewiesen werden.

Die durchschnittliche Abundanz der **Rotatorien** von 743 Ind./L liegt im oberen Bereich der untersuchten Seen, die maximale Besiedlungsdichte von > 2500 Ind./L wird im Juni ausgebildet. Auch im Stendorfer See kommen Facettenrädertierchen (*Keratella cochlearis* und Morphen sowie *K. quadrata*) ganzjährig in meist hohen Individuendichten vor. Im Frühjahr ist darüber hinaus *Conochilus unicornis* dominant vorhanden. Der Eutrophierungszeiger *Pompholyx sulcata* ist fast ganzjährig im Plankton vorhanden, die höchsten Individuendichten werden in den Sommermonaten ausgebildet. Arten der Gattung *Synchaeta* kommen von April bis Juni vor, im Entwicklungsmaximum im Juni ist die Bestandsdichte mit fast 1000 Ind./L sehr hoch. Nahrungsspezialisten (*Ascomorpha* spp., *Asplanchna priodonta*, *Trichocerca* spp.) sind präsent, aber nicht häufig.

Im Stendorfer See bilden die **Cladoceren** mit durchschnittlich 64 Ind./L die höchste Individuendichte aller hier untersuchter Seen aus. Die Lebensgemeinschaft wird fast ganzjährig durch *Daphnia cucullata* dominiert, die im Mai und September Entwicklungsspeaks mit 98 bzw. 68 Ind./L ausbildet. Rüsselkrebse (*Eubosmina coregoni*) und Linsenkrebschen (*Chydorus sphaericus*) kommen ganzjährig im Zooplankton vor, ihr Anteil an der Besiedlungsdichte nimmt im Spätsommer und Herbst zu und erreicht im Oktober 41 bzw. 16%.

Die mittlere Abundanz der **Copepoden** ist mit 168 Ind./L ebenfalls vergleichsweise hoch. Die Lebensgemeinschaft wird im Frühjahr von Arten der Gattung *Cyclops* (v.a. *Cyclops kolensis* und *C. vicinus*) geprägt, in diesem Zeitraum kommt auch der calanoide Ruderfußkrebs *Eudiaptomus graciloides* in hohen Individuendichten vor. Im Sommer und Herbst dominiert *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops crassus* bildet vor allem im August und September höhere Bestandsdichten aus.

Hinsichtlich der **Biomasse** des Zooplanktons liegt der Stendorfer See mit durchschnittlich 842 µg/L (Median: 861 µg/L) im polytrophen Bereich (Abb. 29, TGL 1982). Im Frühjahr und im Juni haben Ruderfußkrebse mit 86% (März), 71% (April) und 65% (Juni) die höchsten Anteile, ansonsten sind Cladoceren (v.a. *Daphnia cucullata*) die Hauptmassebildner des Metazooplanktons. Rädertiere haben im Juni mit 23% einen vergleichsweise hohen Biomasseanteil, an allen anderen Untersuchungsterminen sind es weniger als 5%.

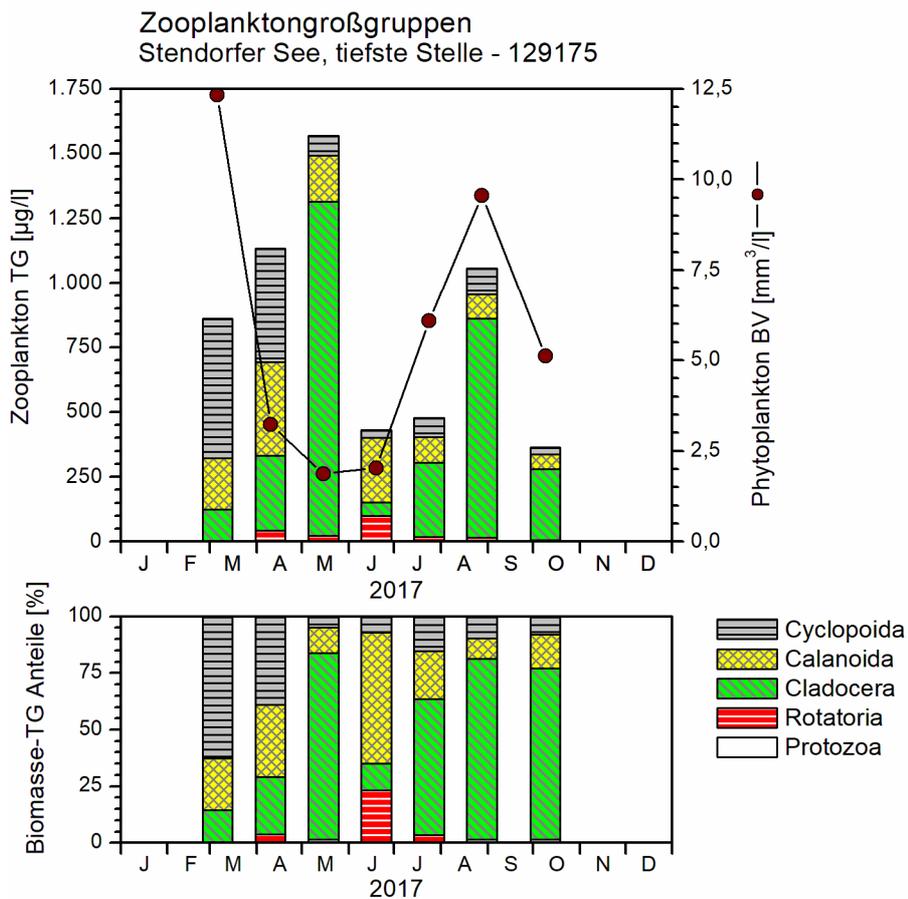


Abb. 29: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Linie) für den Stendorfer See im Jahr 2017. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile.

Nahrungsnetz nach PhytoLoss

Der Fraßdruck des Zooplanktons auf das fressbare Phytoplankton (**MGI und CGI**) ist für die Monate Juli und August (Achtung nur zwei Messwerte!) mit einer Effektstärke von jeweils 7 sehr hoch, demgegenüber steht eine sehr geringe Futterqualität für das Zooplankton insgesamt und für die Cladoceren im Besonderen (Effektclassen von <1 bzw. 0 für FQI bzw. FQIC). Das in diesem Zeitraum zur Verfügung stehende „Futter“ besteht vor allem im August aus (nicht fressbaren) Blaualgen; die im Juli überwiegenden Dinoflagellaten sind i.d.R. nur etwas für Nahrungsspezialisten. Gut fressbare Bestandteile sind nur in geringen Konzentrationen vorhanden und werden vom Zooplankton sofort aufgenommen. Unter diesen Bedingungen kann es zu inversem Grazing kommen, indem der starke Fraßdruck auf die fressbaren Phytoplankter die Konkurrenzbedingungen für das nicht-fressbare Phytoplankton erhöht. Der Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse ist auf Grund der geringen Futterqualität des Phytoplanktons nur mäßig (**Z/P**=Effektklasse 4).

Der Cladoceren-Größenindex (**MCM**) liegt im Sommer (Median aus Messwerten im Juli und August) bei $5,5 \mu\text{g/Ind.}$ und damit nur geringfügig unter dem Wert einer 1 mm großen Daphnie,

was auf moderate Fraßeffekte durch Fische hinweist. Der über das PhytoLoss Verfahren errechnete **FPI** indiziert mit Effektklasse 4 ebenfalls moderate Fischfraß-Effekte (Abb. 30).

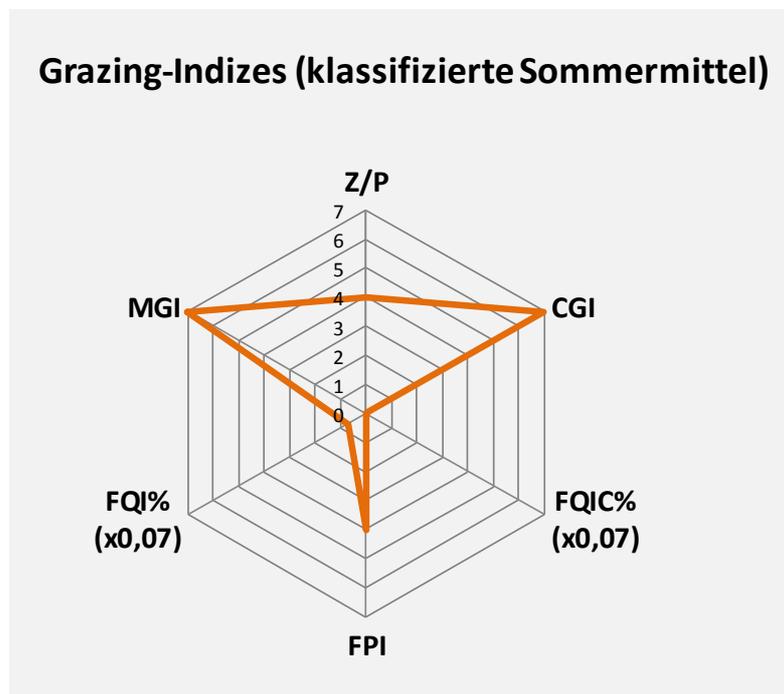


Abb. 30: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Stendorfer See im Jahr 2017.

5.7.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Stendorfer See

5.7.3.1 Phytoplankton

Der relativ kleinflächige und flache polymiktische Stendorfer See mit stark eutrophem Status weist im Mittel hohe Phosphorgehalte auf, wobei die jahreszeitliche Entwicklung sehr unterschiedlich ist. Während in 1 m Tiefe von März bis Juni moderat erhöhte Gehalte zu finden sind (0,05 – 0,071 mg/l TP), steigt der Gehalt danach deutlich an, im Juli auf 0,1 mg/l TP und danach bis Ende August und Oktober jeweils auf 0,16 mg/l TP, („interne Düngung“).

Von diesen hohen Phosphorgehalten profitierten im Sommer 2017 bei schwacher Schichtung im Juli großvolumige Dinophyceen (*Ceratium*) und ab Ende August bei Volldurchmischung Cyanobakterien (*Microcystis*). Die sommerliche Biomasse ist jedoch relativ zum Phosphorgehalt niedrig. Ein möglicher Grund dafür ist N-Mangel (näheres dazu im gesonderten Kap. 5.9).

Beide Taxa (*Ceratium* und *Microcystis*) sind zu vertikaler Wanderung fähig und besetzen die gleiche ökologische Nische, weisen jedoch auch Unterschiede auf (näheres dazu im Kapitel 5.9).

Altdaten Phytoplankton

Die aktuellsten Altdaten vom Stendorfer See liegen von 2008 und 2014 vor (ARP & MAIER 2009 und ARP, MAIER & MICHELS 2015). Alle Phytoplanktonproben (Lugolprobe und Chl.a) dieser 3 Jahre wurden stets aus 0-6 m entnommen. Das Phytoplankton wurde zudem immer vom gleichen Bearbeiter untersucht.

Der Stendorfer See wurde trophisch stets im Grenzbereich von eutroph 2 zu polytroph 1 eingestuft, mit Gesamtphosphorgehalten, die im Saisonmittel stets bei 0,1 mg/l liegen, wobei alljährlich ab dem Spätsommer die Gehalte deutlich ansteigen. Bei mittleren Sichttiefen um 1 m werden Saisonmittel für den Chl.a-Gehalt zwischen 31 und 44 µg/l erreicht (Biovolumen zwischen 4,7 und 7,7 mm³/l). Die höchsten sommerlichen Algenpeaks wurden 2014 ermittelt, wodurch im genannten Jahr der Stendorfer See anhand des Phytoplanktons unbefriedigend bewertet wurde, während 2008 und 2017 die Bewertung mäßig war (Tab. 16, Abb. 31).

Die taxonomische Zusammensetzung war bei den wichtigen biomassebildenden Taxa in den drei Jahren vielfach ähnlich. Im Frühjahr dominierte in allen Jahren *Stephanodiscus neoastraea*. In allen Jahren waren im Frühsommer (2014 auch im August) Chlorophyceen (Grünalgen) stark vertreten, wenn auch mit unterschiedlichen Arten. Desweiteren war im Spätsommer und Herbst die Gattung *Microcystis*, v.a. mit den 2 Arten *M. aeruginosa* und *M. wesenbergii*, das biomassebildende Taxon. Unterschiedlich war die Entwicklung von *Aulacoseira*, der kettenbildenden centrischen Kieselalge. Deren Biomasse-Entwicklung war im August 2014 sehr stark (*Aulacoseira granulata*), hervorgerufen durch kalte Witterungsbedingungen und dadurch verstärkter Turbulenz in diesem Flachsee.

Ein Trend der Phytoplanktonentwicklung ist im Stendorfer See nicht erkennbar. Schwankungen in der Zusammensetzung und Biomasse sind eher witterungsbedingt.

Tab. 16: Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2017 im Vergleich zu früheren Jahren für den **Stendorfer See**.
Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor.

Stendorfer See (Saisonmittelwerte)	TP (1 m) (mg/l)	Sicht- tiefe (m)	Chl a (Zintegr.) (µg/l)	PP BV (Zintegr.) (mm ³ /l)	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
2008	0,107	1,3	32,5	4,7	3,4 (e2)	3,1
2014	0,096	0,9	44,4	7,7	3,6 (p1)	4,0
2017	0,094	1,2	30,9	5,7	3,5 (e2)	3,2

5.7.3.2 Zooplankton

Der Stendorfer See wurde bereits in den Jahren 2002, 2008 und 2014 untersucht (SPETH & SPETH 2002; ARP & MAIER 2009; ARP, MAIER & MICHELS 2015). Angaben zu Biomassen liegen seit 2008 vor (Abb. 32).

Die Anzahl nachgewiesener Taxa ist seit 2008 konstant auf einem vergleichsweise hohen Niveau. Dies gilt für die Arten des Metazooplanktons insgesamt und für die einzelnen

Tiergruppen gleichermaßen. Für die durchschnittlichen Trockenmassen des Zooplanktons wurden 453 µg/L (2008) und 512 µg/L (2014) ermittelt, aktuell sind es 842 µg/L (2017). Hier ist über die Jahre ein Anstieg zu verzeichnen.

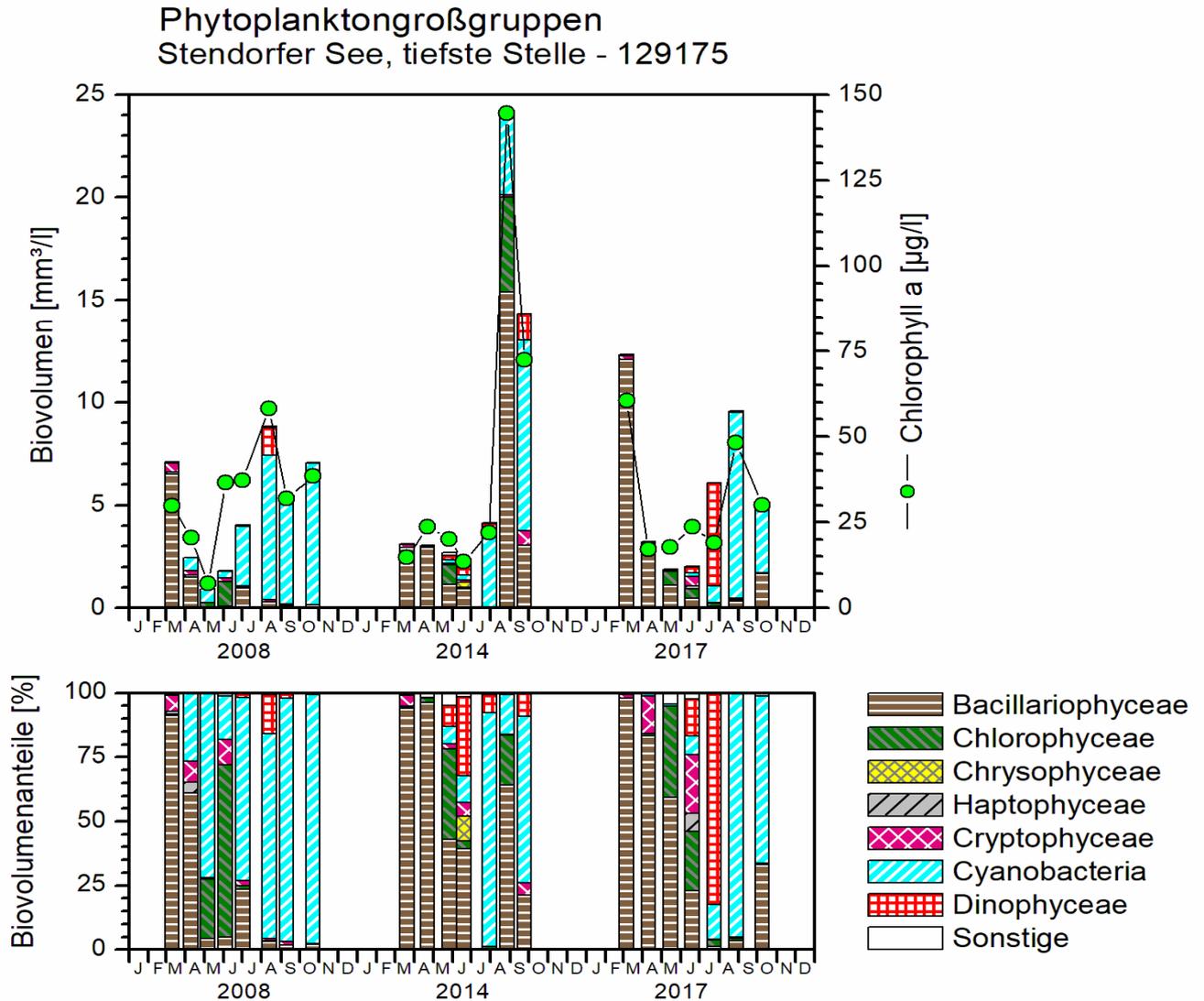


Abb. 31: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Stendorfer Sees für die Jahre 2008, 2014 und 2017. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile.

Basierend auf der Zooplanktonbiomasse hat sich der trophische Zustand von eutroph zu hoch eutroph/polytroph entwickelt (TGL, 1982). Im Vergleich zu 2014 gibt es eine Verschiebung innerhalb der Cladoceren: *Daphnia cucullata* bildet 2017 deutlich höhere Besiedlungsdichten aus, während die Abundanzen der Rüsselkrebse ähnliche Werte wie in den Vorjahren aufweisen. Im Falle der Copepoden wurden in 2017 insgesamt höhere Individuendichten/Biomassen registriert. Der durchschnittliche Cladoceren-Größenindex (MCM) lag über die Jahre zwischen 3,1 µg/Ind. (2008) und 8,5 µg/Ind. (2014), aktuell wurden 7,0 µg/Ind. festgestellt. Die Werte aus 2014 und 2017 liegen wenig über dem Gewicht einer 1 mm Daphnie und indizieren einen nur mäßigen Fraßdruck durch Fische.

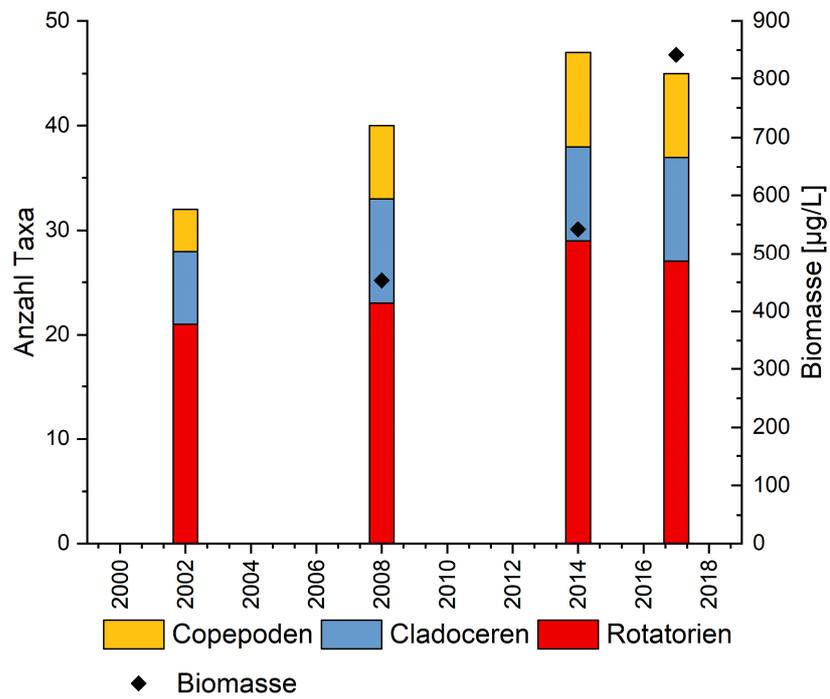
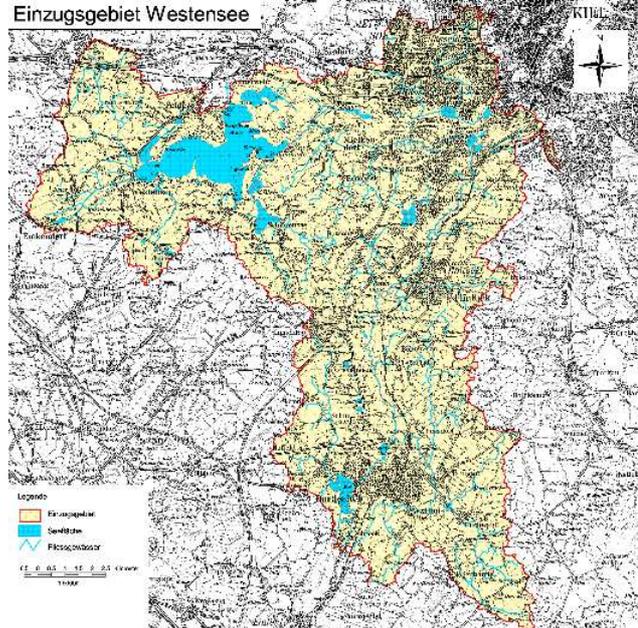


Abb. 32: Taxazahlen und Biomasse des Zooplanktons für den Stendorfer See im Jahresvergleich.

5.8 Westensee – Westensee, tiefste Stelle, und Messstelle vor Wrohe

Stammdaten, limnochemische und –biologische Mittelwerte + Indices 2017					
Seetyp (Plkt.)	VQ [km ² 10 ⁶ m ⁻³]	See-Fläche [km ²]	Tiefe–mittel [m]	Tiefe–max [m]	th. Verweilzeit [a]
11.1 (ges. See)	6,2	6,84	6,1	17,6	0,5
TP _{1m} [mg/l]	Sichttiefe [m]	Chl a Z _{integr.} [µg/l]	BV Z _{integr.} [mm ³ /l]	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
tief. St.: 0,063	tief. St.: 2,8	tief. St.: 13,5	tief. St.: 2,6	tief. St.: 2,9 (e1)	tief. St.: 1,9 (gut)
Wrohe: 0,072	Wrohe: 2,4	Wrohe: 14,9	Wrohe: 3,0	Wrohe: 3,0 (e1)	Wrohe: 2,1 (gut)
Tiefenkarte und oberirdisches Einzugsgebiet (oben: Schaalsee-Nien. B., unten: Schaalsee-NW)					
					

Der sehr große Westensee (684 ha) liegt etwa 15 km westlich von Kiel im Landkreis Rendsburg-Eckernförde und wird im Nordteil von der Eider durchflossen, wodurch die theor. Verweilzeit des Seewassers trotz großem Seevolumen relativ gering ist. Der Westensee weist ein sehr großes Einzugsgebiet auf, das sich vor allem östlich und südöstlich des Sees bis zum Quellbereich der Eider erstreckt. Submerse dehnen sich bis etwa 3,4 m artenreich aus und haben einen Deckungsgrad im Mittel von 43 % (BIOTA 2018a).

Es wurden 2 Stellen beprobt, die tiefste Stelle im Westteil des Sees und die Messstelle vor Wrohe (zentrales Seebecken) inmitten des Sees.

5.8.1 Ergebnisse Phytoplankton

Zwischen März und Oktober 2017 wurden 7 tiefenintegrierte Mischproben entnommen, in beiden Becken aus jeweils 0-6 m. Die Planktonzusammensetzung und -biomasse ist in beiden Seebecken an den einzelnen Terminen sehr ähnlich.

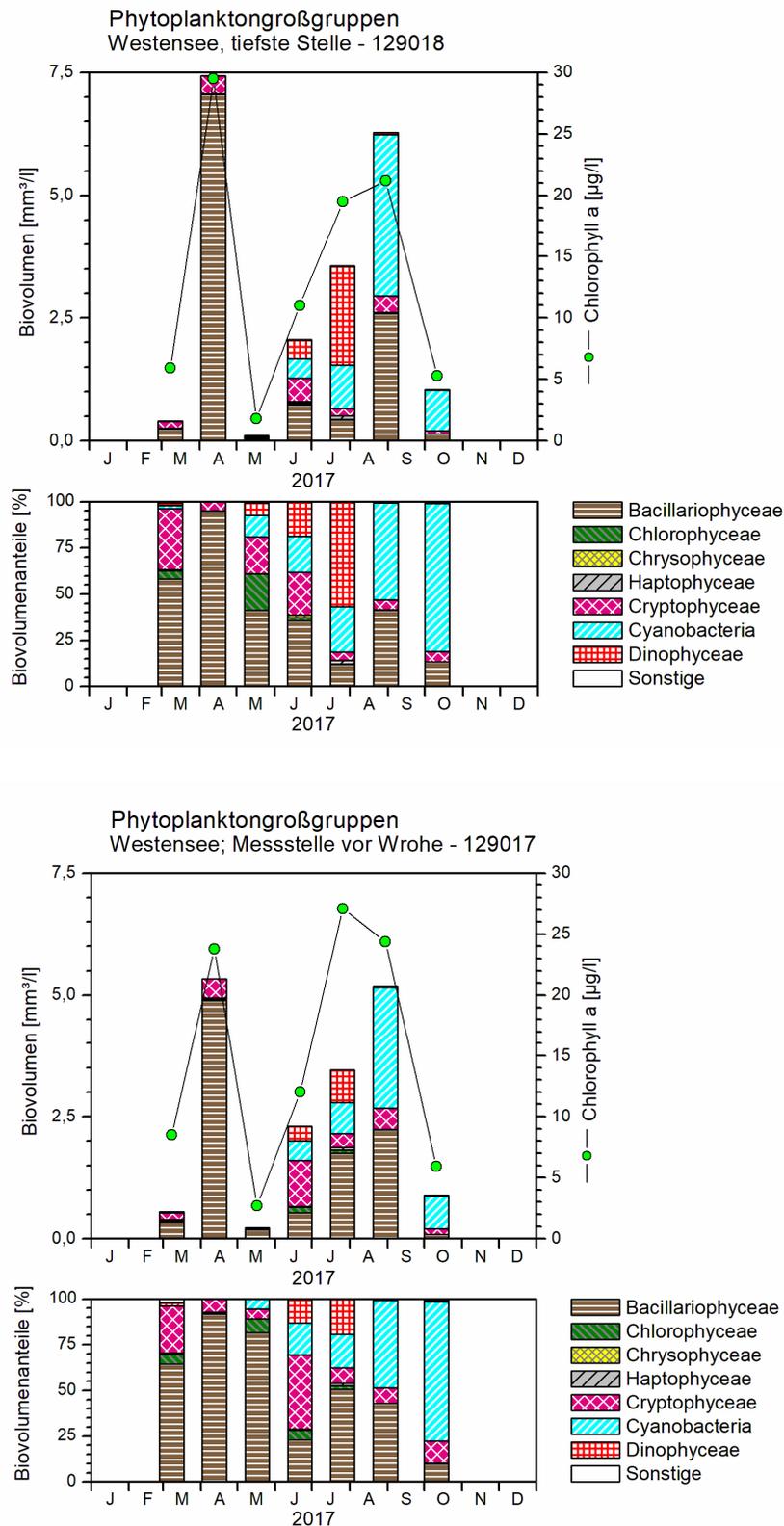


Abb. 33: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Westensees im Jahr 2017. **Oben:** Westensee, tiefste Stelle. **Unten:** Westensee, vor Wrohe. In jeder Grafik jeweils oben: Absolute Biovolumina, jeweils unten: Prozentuale Anteile. **Gleiche Größenskalierung!**

Insgesamt wurden 2017 leicht erhöhte Chlorophyll a- Gehalte und Biovolumina ermittelt, (Saisonmittel an der tiefsten Stelle: $13,5 \mu\text{g l}^{-1}$ Chl a und $2,6 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ Biovolumen; Stelle vor Wrohe: $14,9 \mu\text{g l}^{-1}$ Chl a und $3,0 \text{ mm}^3 \text{ l}^{-1}$ Biovolumen). Bacillariophyceen (Kieselalgen) sind im gesamten Jahr im Westensee stark vertreten, vor allem in der ersten Jahreshälfte. Daneben sind im Sommer Dinophyceen (Hornalgen) und ab Spätsommer Cyanobakterien (Blaualgen) die prägenden Algengruppen (Abb. 33). Insgesamt wurden 98 verschiedene Taxa identifiziert (beide Becken), die höchste Taxazahl aller untersuchten Seen.

Anfang März bei Wassertemperaturen von ca. 4°C und Volldurchmischung war das Phytoplankton noch kaum entwickelt. Hauptbiomassebildner war bereits in diesem frühen Stadium die centriscie Kieselalge *Stephanodiscus neoastraea* (tiefste Stelle: 29 % Anteil an der Gesamtbio­masse, vor Wrohe: 22 %). Daneben trat in etwas geringerem Anteil *Stephanodiscus minutulus* auf (10 und 12 % Anteil).

Einen Monat später Mitte April bei deutlich höheren Temperaturen ($9^\circ\text{-}10^\circ\text{C}$), höherer Lichteinstrahlung und vermutlich geringerer Durchmischungsintensität wurde an beiden Stellen ein ausgeprägter Kieselalgenpeak beobachtet, wobei in der Biomasse erneut *Stephanodiscus neoastraea* deutlich die Hauptart war (68 und 50 % Anteil). Daneben trat die pennale Art *Fragilaria ulna var. ulna* gehäuft auf (14 und 19 % Anteil).

Bis Mitte Mai bildete sich nach dem Zusammenbruch der Kieselalgenblüte im gesamten See ein deutliches Klarwasserstadium (Sichttiefe: 6,0 und 4,1 m), wobei die centriscien Kieselalgen weiterhin dominierten, jedoch auf sehr geringem Biomasse-Niveau. Gleichzeitig erreichen die Cladoceren des Zooplanktons die höchsten Biomassen des Jahres (s.u. Kap. 5.8.2). Erstmals traten nun größervolumige schlechter fressbare Sommerformen wie *Ceratium hirundinella* (Dinophyceen) und *Woronochina naegeliana* (Cyanobakterien) hervor, wenn auch in geringen Abundanzen.

Danach begann dann bis zum Spätsommer ein kontinuierliches Wachstum des Sommerplanktons. Bis Mitte Juni nahm *Ceratium hirundinella* in der Biomasse deutlich zu (19 und 11 % Anteil an der Gesamtbio­masse). Auch Cyanobakterien erhöhten ihre Biomasse, v.a. durch die nostocale Art *Aphanizomenon flos-aquae* (9 und 7 % Anteil). Bei den Bacillariophyceen traten erstmalig größervolumige schlechter fressbare Formen auf, v.a. *Aulacoseira* (11 und 6 % Anteil), desweiteren die Kieselkammalge *Fragilaria crotonensis* (9 und 4 % Anteil).

Das Wachstum von *Ceratium* erreichte Ende Juli bei größer werdendem Epilimnion seinen Höhepunkt, nun mit 2 Arten (*C. hirundinella* und *C. furcoides*). Beide waren etwa gleich häufig und hatten an der tiefsten Stelle zusammen einen Anteil von 55 % der Gesamtbio­masse, während an der Messstelle vor Wrohe nur ein Anteil von 15 % erreicht wurde. Stattdessen waren die Anteile von *Aulacoseira* (16 %) und *Fragilaria crotonensis* (19 %) vor Wrohe höher als an der tiefsten Stelle (*Aulacoseira*: 3 %; *Fragilaria crotonensis*: 6 %).

Bis Ende August war der Wasserkörper nahezu völlig durchmischt und es dominierten nun nahezu gleichauf die Kieselalge *Aulacoseira granulata* (31 und 31 % Anteil) und die koloniebildende gallertige *Microcystis* mit mehreren Arten, wobei die Hauptart *M. aeruginosa* war (30 und 20 % Anteil).

Bis zum Oktober vergrößerte sich die Dominanz von *Microcystis*, nun jedoch auf deutlich niedrigerem Biomasse-Level. Hauptart ist erneut *M. aeruginosa* (41 und 44 % Anteil an der Gesamtbio­masse). Zweite wichtige Art ist *M. wesenbergii* (26 und 17 % Anteil).

Profundaldiatomeen

Die gesondert entnommenen Proben der Profundaldiatomeen vom 11.10.2017 an beiden Probestellen ergaben bei den wichtigsten Arten die gleichen Dominanzen wie bei pelagisch erfassten Kieselalgen. Eine wichtige Art des oberen Profundalschlammes war sowohl an der tiefsten Stelle als auch an der Stelle vor Wrohe *Stephanodiscus neoastraea* (27 und 13 % Anteil an der Gesamtschalenzahl). Zweite wichtige Art war *Aulacoseira granulata* (14 und 24 % Anteil).

Weitere wichtige Taxa im Profundal waren *Stephanodiscus minutulus* (11 und 13 % Anteil), *Asterionella formosa* (9 und 7 % Anteil), *Fragilaria crotonensis* (9 und 6 % Anteil) und *Cyclostephanos dubius* (5 und 10 % Anteil). Weitere Informationen zur Auswertung der Profundaldiatomeen mittels DiProf finden sich in Kap. 5.2.1.

PhytoSee-Bewertung

Im Rahmen der EU-WRRL wurden beide Seebecken des Westensees anhand der Qualitätskomponente Phytoplankton mit „gut“ eingestuft, mit und ohne DiProf (siehe auch Kap. 5.2.2). Innerhalb dieses Bewertungsverfahrens ist die gute Einstufung dieses sehr windexponierten Sees vor dem Hintergrund der im Mittel nur moderat erhöhten Algengehalte und der nicht ausgeprägt hohen sommerlichen Blüten plausibel.

5.8.2 Ergebnisse Zooplankton

Im Westensee wurden 2 Messstellen (MS Westensee tiefste Stelle im Westbecken und MS Westensee vor Wrohe im Zentralbecken) 7 x von März bis Oktober beprobt. Die Entnahme der Proben erfolgte bis 16 bzw. 13 m Tiefe.

In beiden Messstellen wurden jeweils 44 Taxa des Metazooplanktons erfasst, insgesamt waren es 53 Arten bzw. höhere Taxa. Bezogen auf einzelne Tiergruppen konnten 31/32 Rädertier-Arten, 12/10 Cladoceren- und 8/9 Copepoden-Arten differenziert werden. Beide Messstellen sind damit als artenreich einzustufen. In beiden Gewässerteilen konnten Raubcladoceren (*Leptodora kindti*) registriert werden, darüber hinaus waren Büschelmückenlarven (*Chaoborus sp.*) und Larven von Dreikantmuscheln (*Dreissena sp.*) präsent.

Als aspektbestimmendes **Rädertier** kommt in beiden Messstellen nahezu ganzjährig das weit verbreitete Facettenrädertier *Keratella cochlearis* vor. Zahlenmäßig häufig sind darüber hinaus *Keratella quadrata*, *Polyarthra dolichoptera*, *Filinia terminalis* und *Synchaeta sp.* vorhanden; die Individuendichten dieser Arten liegen im Bereich der Messstelle „vor Wrohe“ über denen im Bereich der „tiefsten Stelle“. Der Sommer- und Herbstaspekt wird neben den Facettenrädertierchen vom Eutrophiezeiger *Pompholyx sulcata* gebildet, im Juli (und April) ist das koloniebildende Rädertier *Conochilus unicornis* in beiden Seeteilen in mittleren Individuendichten präsent. Nahrungsspezialisten (*Trichocerca spp.*, *Ascomorpha spp.*, *Gastropus stylifer*, *Asplanchna priodonta*) kommen ab Mai regelmäßig im Plankton vor, sie haben in beiden Seeteilen im September einen Anteil an der Rotatorienabundanz von 33%

(tiefste Stelle) bzw. 21% (vor Wrohe). Die durchschnittliche Abundanz der Rotatorien beträgt im Bereich „tiefste Stelle“ ca. 240 Ind./L, im Zentralteil vor Wrohe wurden 425 Ind./L ermittelt, auf Grund des Maximalwertes von 1.800 Ind./L im April. Die Medianwerte liegen bei 89 Ind./L (tiefste Stelle) bzw. 103 Ind./L (vor Wrohe).

Die durchschnittliche Abundanz der **Cladoceren** beträgt im Bereich der tiefsten Stelle 17 Ind./L; noch geringere Besiedelungsdichten wurden nur noch im Sankelmarker See festgestellt. Für die Stelle vor Wrohe wurde mit 37 Ind./L ein mehr als doppelt so hoher Wert ermittelt. Die Medianwerte der Abundanzen haben etwa gleiche Größenordnungen (19 bzw. 22 Ind./L). Die Sukzession der Arten im Jahresverlauf ist jedoch für beide Seeteile sehr ähnlich: Im zeitigen Frühjahr prägen Rüsselkrebse (*Eubosmina coregoni* und *Bosmina longirostris*) das Bild der Lebensgemeinschaft. *Daphnia galeata* bildet im Mai ihr Entwicklungsmaximum aus und dominiert bis Juli die Lebensgemeinschaft. *Daphnia cucullata* kommt im Oktober (tiefste Stelle) bzw. Anfang September (vor Wrohe) in hohen Individuendichten vor und prägt die Zoozönose gemeinsam mit dem Linsenkrebschen *Chydorus sphaericus*. *Leptodora kindti* wurde vor allem im zentralen Becken (MS „vor Wrohe“) des Westensees stetig nachgewiesen, die Individuendichten sind im gesamten Gewässer gering.

Die Gemeinschaft der **Ruderfußkrebse** wird in beiden Seeteilen im Frühjahr von *Cyclops kolensis* dominiert, der im April sein Entwicklungsmaximum erreicht und von Juni bis September nicht mehr im Plankton nachweisbar war. Auch die im Gewässer syntop vorkommenden Calanoiden *Eudiaptomus graciloides* und *E. gracilis* haben im Frühjahr ihr Entwicklungsmaximum. Während *E. graciloides* ganzjährig im Plankton nachgewiesen wurde, gibt es für *E. gracilis* nur Nachweise im Mai (tiefste Stelle) bzw. Ende August (vor Wrohe). Den Sommer- und Herbstaspekt bilden *Mesocyclops leuckarti* und *Thermocyclops oithonoides*.

Hinsichtlich der **Biomasse** des Metazooplanktons liegt der Westensee (beide Messstellen) im Grenzbereich zwischen mesotroph und eutroph (TGL 1982), wobei der Westensee „vor Wrohe“ etwas höhere Biomassewerte aufweist. Die Biomassen-Mittelwerte betragen 239 und 379 µg TM/L (tiefste Stelle vs. vor Wrohe), für die Medianwerte wurden 226 und 299 µg/L ermittelt. Die Stelle vor Wrohe hat einen eutropheren Charakter im Vergleich zum Bereich der tiefsten Stelle. Diese Aussage trifft auch zu, wenn die ermittelten Biomassen auf die gleiche Entnahmetiefe bezogen werden. Hauptbiomassebildner sind in beiden Seeteilen Ruderfußkrebse im Frühjahr (*Cyclops kolensis* und *Eudiaptomus graciloides*); im Mai vollzieht sich ein Wechsel zu den Cladoceren mit *Daphnia galeata* als dominantem Taxon. Im Sommer bilden nochmals Ruderfußkrebse den Hauptteil der Biomasse während im Herbst beide Tiergruppen zu etwa gleichen Anteilen zur Biomasse beitragen (Abb. 34).

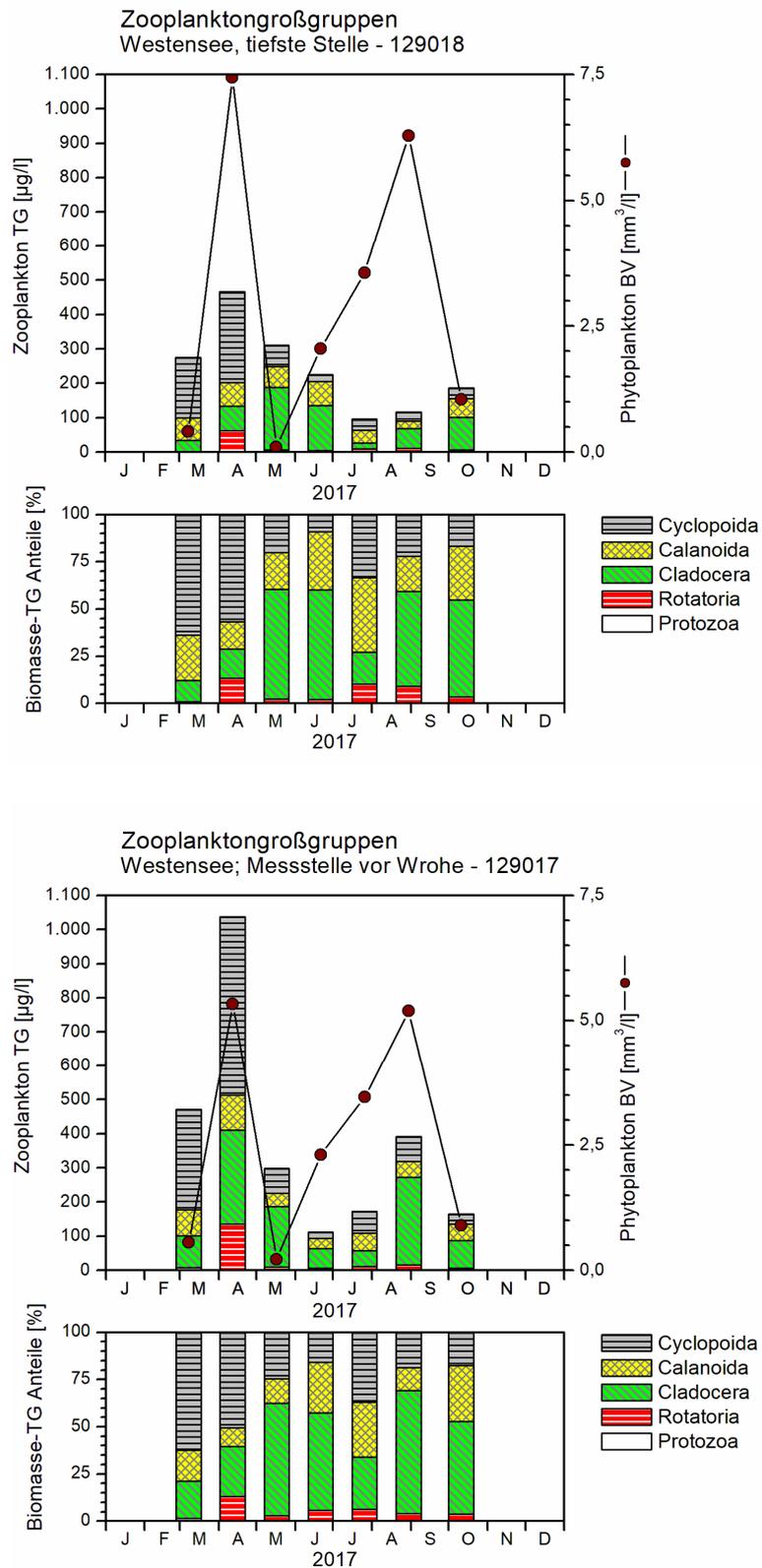


Abb. 34: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Linie) für zwei Westensee-Messstellen im Jahr 2017. **Oben:** Westensee, tiefste Stelle, **Unten:** Westensee vor Wrohe. In jeder Grafik jeweils oben: Absolute Biomassengehalte, jeweils unten: Prozentuale Anteile. **Gleiche Größenskalierung.**

Nahrungsnetz nach Phytoloss

Messstelle Westensee, tiefste Stelle

Der Fraßdruck des Zooplanktons auf das fressbare Phytoplankton (**MGI und CGI**) ist für die Monate Juli und August (Achtung nur zwei Messwerte!) mit einer Effektstärke von 2 bzw 3 nur gering bei ebenfalls nur geringer Futterqualität für das Zooplankton insgesamt und für die Cladoceren im Besonderen (Effektklassen von 2,1 bzw. 1,4 für FQI bzw. FQIC). Das in diesem Zeitraum zur Verfügung stehende „Futter“ besteht im Juli vor allem aus Dinoflagellaten, von denen nur kleine Taxa vergleichsweise gut aufgenommen werden können. Ansonsten wird diese Algenklasse vor allem von spezialisierten Rotatorien konsumiert. Im August haben Cyanobakterien und Kieselalgen die höchsten Anteile am Phytoplankton, die in Anhängigkeit der ausgebildeten Formen/Kolonien als Futter ebenfalls wenig geeignet sind. Gut fressbare Bestandteile sind in geringen Konzentrationen vorhanden und werden vom Zooplankton sofort aufgenommen. Der Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse ist auf Grund der geringen Futterqualität des Phytoplanktons ebenfalls nur gering (**Z/P=Effektklasse 2**).

Der Cladoceren-Größenindex (**MCM**) liegt im Sommer (Median aus Messwerten von Juli und August) bei 4,6 µg/Ind. und damit unter dem Wert einer 1 mm großen Daphnie, was auf moderate Fraßeffekte durch Fische hinweist. Der über das PhytoLoss Verfahren errechnete **FPI** indiziert mit Effektklasse 4 ebenfalls moderate Fischfraß-Effekte (Abb. 35).

Messstelle Westensee vor Wrohe

Der Fraßdruck des Zooplanktons auf das fressbare Phytoplankton (**MGI und CGI**) ist für die Monate Juli und August (Achtung nur zwei Messwerte!) mit einer Effektstärke von jeweils 5 recht hoch bei nur geringer Futterqualität für das Zooplankton insgesamt und für die Cladoceren im Besonderen (Effektklassen von 2,1 bzw. 1,4 für FQI bzw. FQIC). Das in diesem Zeitraum zur Verfügung stehende „Futter“ ist gegenüber dem weiter westlich gelegenen Bereich allerdings heterogener zusammengesetzt und besteht neben nicht/schlecht fressbaren Bestandteilen (Dinoflagellaten und Blaualgen) auch aus besser/gut verwertbaren Algenklassen (Cryptophyceae und Kieselalgen). Der Umsatz von Phytoplankton in Zooplanktonbiomasse ist auf Grund der heterogenen Futterqualität des Phytoplanktons aber ebenfalls nur mäßig (**Z/P=Effektklasse 3**).

Der Cladoceren-Größenindex (**MCM**) liegt im Sommer (Median aus Messwerten im Juli und August) bei 6,6 µg/Ind. und damit in der Größenordnung einer 1 mm großen Daphnie, was auf höchstens moderate Fraßeffekte durch Fische hinweist. Der über das PhytoLoss Verfahren errechnete **FPI** indiziert mit Effektklasse 4 ebenfalls moderate Fischfraß-Effekte (Abb. 35).

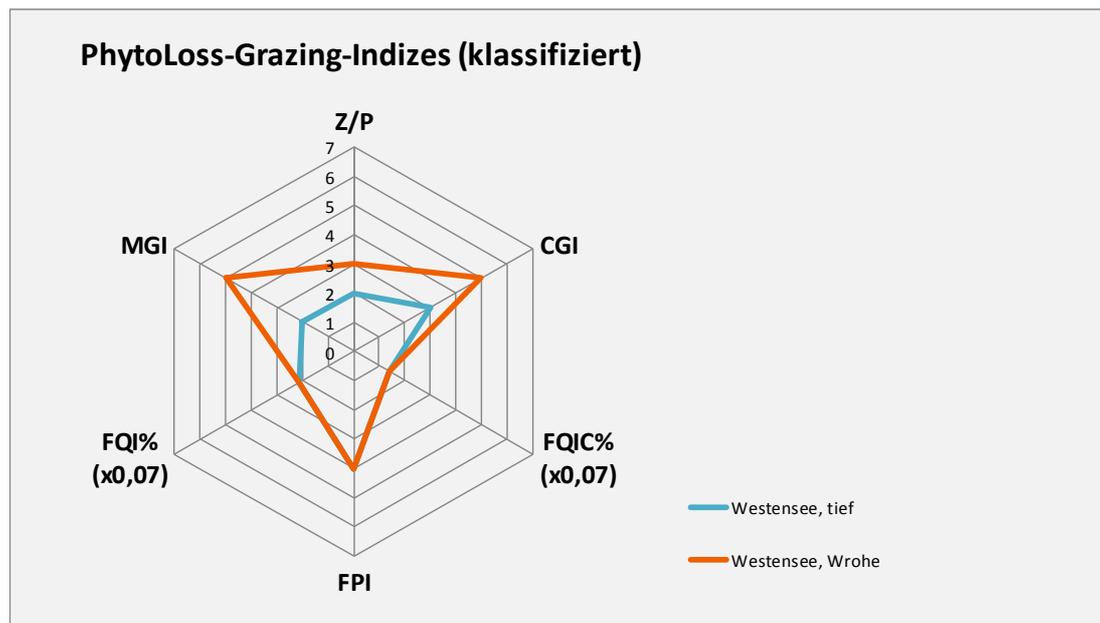


Abb. 35: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Westensee im Jahr 2017.

5.8.3 Diskussion Phyto- und Zooplankton Westensee

5.8.3.1 Phytoplankton

Der in der Fläche sehr große und damit besonders windexponierte Westensee ist relativ zur Fläche ein flacher See (6,1 m mittlere Tiefe). Der See ist im Sommer (Juni-August) an der tiefsten Stelle zwar geschichtet, jedoch mit sehr großem Epilimnion, das in diesem Zeitraum von 0-8 m (Juni) bis 0-10 m (August) reicht. An der Stelle vor Wrohe weiter östlich ist die Epilimniontiefe noch deutlich größer, von 0-10 m (Juni) bis 0-15 m (August). Diese Stelle ist windexponierter als der Westteil des Sees (Windrichtung in S.-H. hauptsächlich aus SW). Ab Frühherbst gehen die Phosphorgehalte deutlich in die Höhe.

Das große Epilimnion im Westensee bedeutet im Sommer ständige Durchmischung eines Großteils des Wasserkörpers, im östlichen Becken vor Wrohe etwas ausgeprägter (tieferes Epilimnion) als an der tiefsten Stelle im Westteil des Sees. Für das Algenwachstum bedeutet dies im gesamten See, dass die Algen bei der Vertikalverfrachtung phasenweise am Tag im Dunkeln sind und in diesen Phasen das Wachstum limitiert wird. Der Wert für den Quotienten Chl.a/TP ist im Mittel mit 0,28 (tiefste Stelle) und 0,26 (vor Wrohe) auf noch niedrigerem Niveau als im Bistensee (Kap. 5.3) und somit am niedrigsten von allen untersuchten Seen, Los 2 (siehe im Überblick auch Abb. 1 in Kap. 5.1.1). Die Unterwasservegetation ist reichhaltig und könnte durch Allelopathie zusätzlich einen hemmenden Einfluß auf das Phytoplankton haben.

Die größere Durchmischungstiefe an der Stelle vor Wrohe bedeutet für 2017 erwartungsgemäß einen im Mittel leicht höheren Gesamtphosphorwert (um 14 % höher als an der tiefsten Stelle), gleichzeitig auch einen etwas höheren Chl.a.-Gehalt, der jedoch nur um 10 % höher als an der tiefsten Stelle ist (Tab. 17).

Trotz der kleinen Unterschiede weisen beide untersuchten Becken des Westensees einen nahezu gleichen Trophiestatus und eine nahezu gleiche Planktonzusammensetzung auf. Ein Unterschied ist der etwas höhere Anteil der Bacillariophyceen an der Stelle vor Wrohe während der sommerlichen Schichtungsphase, der bei stärkerer Mixis zu erwarten war.

Altdaten Phytoplankton

Die letzten Altdaten zum Westensee in beiden Seebecken liegen von 2006 (ARP & DENEKE 2007) und 2011 (ARP & MAIER 2012) vor. Alle drei Jahre wurden vom gleichen Bearbeiter untersucht. Beim Vergleich der trophischen Parameter ist bei der Sichttiefe und abgeschwächt dem Phosphorgehalt eine leichte Abnahme bis 2017 zu beobachten. Dieser Trend ist beim Chl.a und Biovolumen aufgrund der vermuteten phasenweisen Lichtlimitation der Photosynthese weniger zu erkennen, so dass der Trophiestatus von 2006 bis 2017 nur sehr gering abnimmt (Tab. 17, Abb. 36).

Auch in den früheren Jahren 2006 und 2011 zeigte sich wie 2017 im Sommer eine stärkere Durchmischungstiefe vor Wrohe gegenüber der tiefsten Stelle. Dies war 2011 noch ausgeprägter als 2006. Das Jahr 2006 war ein sehr warmes Jahr, in dem der Westensee am deutlichsten von allen drei Jahren sommerlich geschichtet war.

Die im Westensee vor Wrohe meist größere Durchmischungstiefe führte 2006 und 2011 gegenüber der tiefsten Stelle anders als 2017 im Mittel zu leicht niedrigeren Planktongehalten (Chl.a und Biovolumen). Deutlich geringere Werte sind vor allem bei den Algenpeaks erkennbar, 2006 im Juli und 2011 im Hochsommer (Abb. 36). Die größere Epilimniontiefe an der tiefsten Stelle bedeutet stärkere Lichtlimitation. Bei nahezu gleichen Phosphorgehalten wirkte sich dies hier vermutlich negativ auf die Photosynthese aus.

Bei der Taxazusammensetzung sind die Unterschiede in den drei Jahren relativ gering. In den Jahren 2006 und 2011 wurde das Frühjahrsplankton des Westensees auch durch *Stephanodiscus neoastraea* und zudem durch *Cyclotella radiosa* geprägt. Und im Sommer waren zum einen Dinophyceen auch wie 2017 mit den 2 Arten *Ceratium hirundinella* und *C. furcoides* und zum zweiten Cyanobakterien mit *Aphanizomenon flos-aquae* und später im Jahr mit den Arten *Microcystis aeruginosa* und *M. wesenbergii* stark vertreten.

Tab. 17: Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2017 im Vergleich zu früheren Jahren für **den Westensee, tiefste Stelle, und Westensee, vor Wrohe.**

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

Seeteil	Westensee (Saison- Mittelwerte)	TP (1 m) (mg/l)	Sicht- tiefe (m)	Chl a (Z _{integr.}) (µg/l)	PP BV (Z _{integr.}) (mm ³ /l)	Trophie-Index (RIEDMÜLLER et al 2014)	PSI ohne DiProf (PhytoSee 7.0)
tiefste Stelle	2006	0,087	1,4	16,2	4,4	3,1 (e2)	2,2
tiefste Stelle	2011	0,064	1,8	19,2	3,6	3,1 (e2)	2,2
tiefste Stelle	2017	0,063	2,8	13,5	2,6	2,9 (e1)	1,9
vor Wrohe	2006	0,085	1,4	15,8	3,8	3,1 (e2)	2,1
vor Wrohe	2011	0,068	1,7	18,4	3,1	3,1 (e2)	2,2
vor Wrohe	2017	0,072	2,4	14,9	3,0	3,0 (e1)	2,1

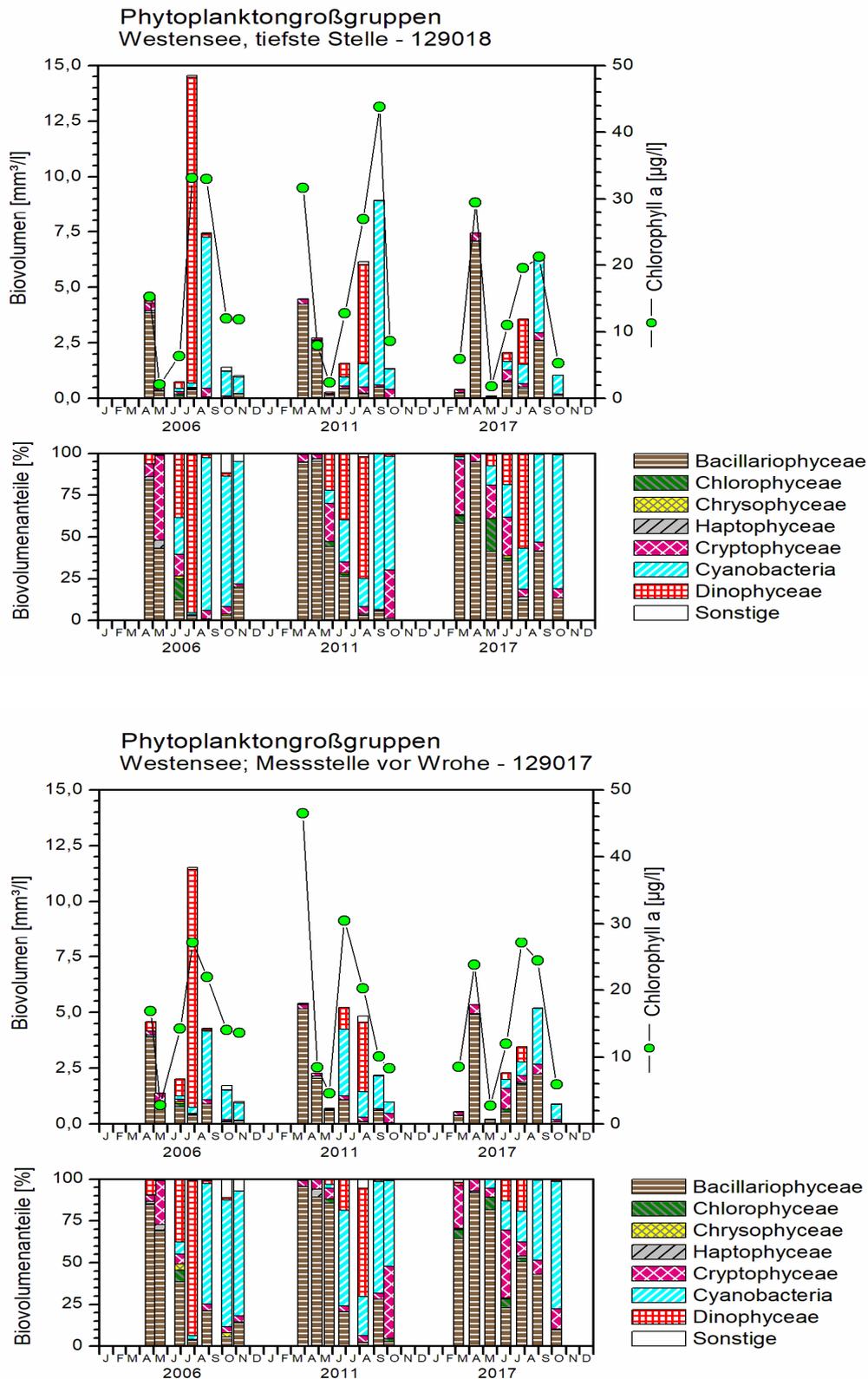


Abb. 36: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Westensees im Jahr 2006, 2011 und 2017. **Oben:** Westensee, tiefste Stelle. **Unten:** Westensee, vor Wrohe. In jeder Grafik jeweils oben: Absolute Biovolumina, jeweils unten: Prozentuale Anteile. **Gleiche Größenskalierung!**

5.8.3.2 Zooplankton

Der Westensee wurde bereits in den Jahren 2001, 2006 und 2011 untersucht (Speth & Speth 2001; ARP & DENEKE 2007; ARP & MAIER 2012). Angaben zu Biomassen liegen seit 2007 vor (Abb. 30).

Hinsichtlich der Artendiversität sind nur Unterschiede zwischen den Jahren 2001 und allen anderen Terminen zu verzeichnen, die aber möglicherweise durch verschiedene Bearbeiter zustande kommen. SPIEKER et al. (2001) geben mit 29 Taxa für den See insgesamt eine vergleichsweise niedrige Artenzahl an, in den Folgejahren werden deutlich höhere Taxazahlen registriert, insbesondere in den letzten 2 Untersuchungsperioden sind die Verhältnisse sehr ähnlich (Abb. 37).

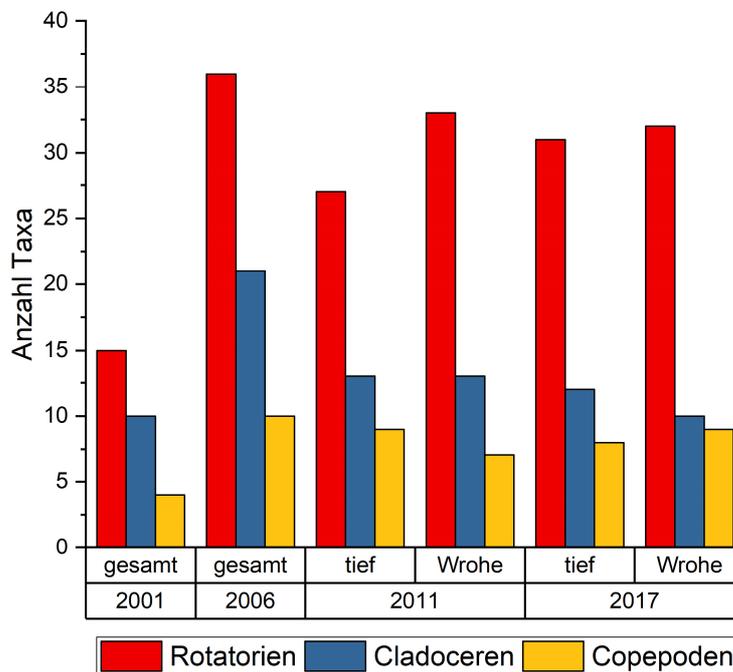


Abb. 37: Taxazahlen des Zooplanktons für den Westensee im Jahresvergleich.

Für die Biomassen gibt es zwischen 2006 und den Jahren 2011 sowie 2017 deutliche Unterschiede sowohl in deren Höhe als auch im Verhältnis zwischen beiden Messstellen. In 2006 wurde für die Messstelle „tiefste Stelle“ ein hoher Wert von 550 µg/L ermittelt, demgegenüber steht eine Biomasse von nur 290 µg/L für die Messstelle „vor Wrohe“. Das bedeutet eutrophe Verhältnisse an der tiefsten Stelle und ein mesotropher Zustand (TGL 1982) im zentralen Seebecken vor Wrohe. In 2011 haben sich die Verhältnisse in beiden Seeteilen weitestgehend angeglichen, rein rechnerisch ist die Zooplanktonbiomasse im Bereich der tiefsten Stelle noch geringfügig höher. Bei ähnlichen Biomassekonzentrationen zeigt sich aktuell ein anderes Bild, für die Stelle vor Wrohe wurde eine geringfügig höhere Biomasse gegenüber dem westlicher gelegenen Bereich (MS tiefste Stelle) ermittelt. Insgesamt sollte jedoch eher von einem einheitlichen Wasserkörper ausgegangen werden (Abb. 38).

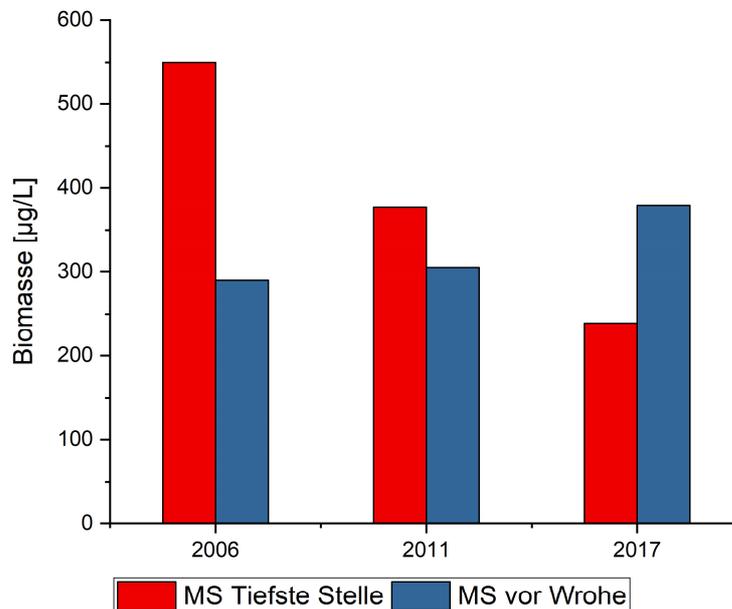


Abb. 38: Biomassen des Zooplanktons für den Westensee im Jahresvergleich.

5.9 Nähere Betrachtungen zum Sommerplankton (Phytoplankton)

5.9.1 Anlass und Einführung

In eutrophierten Flachseen wie den hier im Bericht vorgestellten Seen ist der Sommeraspekt des Phytoplanktons von besonderer Bedeutung, zum einen wegen der meist stärksten Biomassepeaks des Jahres und andererseits wegen der damit verbundenen Beeinträchtigungen bei der Nutzung dieser Gewässer, besonders bei Dominanz von potentiell toxischen Blaualgen.

In den 6 untersuchten Gewässern 2017, Los 2, dominierten vielfach im Frühsommer *Ceratium* aus der Gruppe der Dinophyceen (Hornalgen) und Cyanobakterien, meistens Nostocales (*Anabaena*- und *Aphanizomenon*-Arten) und die gallertige chroococcale Form *Microcystis*. Im Spätsommer und Herbst herrschten dann vielfach nur noch Cyanobakterien (Blaualgen) vor, in erster Linie *Microcystis* mit den zwei Hauptarten *M. aeruginosa* und *M. wesenbergii*. Die Biomassen waren in der Regel im Spätsommer am höchsten.

Ziel ist es im Folgenden, die sommerliche Blaualgen- und *Ceratium*-Dominanz der hier 6 untersuchten Seen im Vergleich mit anderen Flachseen Schleswig-Holsteins einzuordnen und wenn möglich, vermutete steuernde Faktoren für die jeweilige Dominanz zu benennen. Zu nennen sind prinzipiell das Nährstoffangebot, phasenweise Stofflimitierungen (in Flachseen im Sommer besonders N), die Lichtmenge im Wasserkörper und der Grad der Schichtung/Mixis, was sich auf die gesamten Prozesse auswirkt.

Zu bemerken ist, dass die im Sommer dominanten Algentaxa vielfach, besonders bei Blaualgendominanz, bis in den Herbst hinein dominieren. Vor diesem Hintergrund wurde für

die folgende Betrachtung das Sommer- und Herbst-Phytoplankton zusammen betrachtet (Datenbasis aller Seen: Mai – Oktober).

Die folgenden 3 Taxa (-gruppen), die oben genannt wurden, werden nach REYNOLDS et al. (2002), mit Ergänzungen von PADISAK et al (2009), als eigene funktionelle Gruppen beschrieben, deren typischer Vertreter sie sind. Eine vierte funktionelle Gruppe, die Oscillatoriales, wird hier ergänzt und ebenso betrachtet, da sie vielfach in eutrophen Flachgewässern unserer Region stark vertreten ist:

- **Nostocales** in stickstoffarmen Gewässern (nach REYNOLDS et al 2002: Codon H1)
- ***Ceratium* und *Microcystis*** gemeinsam im Epilimnion von eutrophen Seen (Codon L_m)
- ***Microcystis*** in kleinen eutrophen Seen mit täglich durchmischtem Wasserkörper (Codon M)
- **Ausgewählte Oscillatoriales** (*Planktothrix agardhii*, *Limnothrix redekei* und *Pseudanabaena*) (Codon S1)

Die genannten Blaualgen, *Microcystis* und die Nostocales, und auch die Hornalge *Ceratium* sind großvolumige und daher eher langsamwachsende Taxa. Sie sind typische Sommerformen in polymiktischen und geschichteten Seen unserer Breiten. Deutlich erhöhte Biovolumina der hier ausgewerteten Taxa ($> 5 \text{ mm}^3/\text{l}$) wurden v.a. bei Temperaturen $> 16^\circ\text{C}$ gefunden. Im Gegensatz dazu treten Taxa der Oscillatoriales mit erhöhten Biovolumina auch bei niedrigeren Temperaturen auf.

Ursachen ihrer Dominanz

Im Sommer ist der See nach der Erwärmung durch kurze oder längere Schichtungsphasen geprägt, abhängig vom Seetyp. Die Folge ist eine zumindest phasenweise Abtrennung der obersten Wasserschicht von dunkleren unteren Schichten, was sich auf die Licht- und Nährstoffverhältnisse auswirkt (Nährstoffknappheit oben, Lichtmangel unten). Durch Ihre Fähigkeit zum vertikalen Positionswechsel (*Microcystis*: Absinken und Auftreiben durch Dichteveränderung mittels Gasakuolen; *Ceratium*: Vertikalwanderung durch Besitz von Geißeln) können besonders *Ceratium* und *Microcystis* jederzeit relativ schnell in für das Wachstum günstige Wasserschichten gelangen und sind zudem durch die Gallerte (*Microcystis*) bzw. Sperrigkeit (*Ceratium*) vor vielen Zooplanktern fraßgeschützt.

Nostocales und Oscillatoriales haben durch den Besitz von Gasvakuolen ebenso die Fähigkeit zum Ortswechsel, jedoch mit deutlich geringerer Geschwindigkeit als *Microcystis* (REYNOLDS & WALSBY 1975). *Microcystis* gilt daher als eine Gattung, die insbesondere in flacheren Seen, die sich im nahezu täglichen Rhythmus schichten und durchmischen, Blüten bildet (REYNOLDS 1997). Es wurde beobachtet, dass nach kurzzeitigen Durchmischungen des Wasserkörpers 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 (u.a. IBELINGS et al. 1991). Daher wird *Microcystis* bei diesem Gewässertyp einer eigenen funktionellen Gruppe zugeordnet (Codon M; REYNOLDS et al. 2002).

Viele Cyanobakterien sind zudem potentiell toxisch, was als Fraßschutz auch ein Konkurrenzvorteil sein kann. Weiterhin haben Nostocales die Fähigkeit, mittels spezieller Zellen (Heterocysten) Luftstickstoff zu binden, was bei Stickstoffmangel ebenso ein Vorteil sein kann. Dieser Prozess, der meist im Spätsommer bei erhöhter P-Freisetzung und gleichzeitigem Stickstoffmangel auftreten könnte, kostet die Alge jedoch viel Energie, so dass die N-Fixierung pro Biovolumen zwar oft ansteigt, dies aber nicht in einer Zunahme des Biovolumens sichtbar wird (KOLZAU 2017, SHATWELL & KÖHLER 2018).

Die in einigen unserer Gewässer dominanten Oscillatoriales, allesamt fädige Formen, führen am stärksten zu einer Trübung des Wasserkörpers, was in der Folge ihre Dominanz verfestigt, da sie Phosphor und Licht sehr effizient ausnutzen können.

Insgesamt haben Cyanobakterien einen geringeren Nährwert als andere Algengruppen. Zooplankter sind entweder nicht imstande, die meisten Blaualgen wegen der Größe zu fressen bzw. benötigen viel Energie, um z.B. Fäden zu zerstückeln oder Anpassungen gegen die potentielle Toxizität der Blaualgen vorzunehmen (PADISAK et al 2018). Auch von daher ist die zusätzliche Betrachtung des Zooplanktons von Wichtigkeit, was in diesem Kap. nicht vorgenommen werden konnte.

5.9.2 Methodik der Betrachtungen

Die Verteilung der Biomassen der oben genannten Sommertaxa (-gruppen), die in anderen eutrophierten Flachseen in Schleswig-Holstein auch verstärkt vorkommen, soll hier betrachtet werden. Es wurden Einzeldaten der 6 polymiktischen Seen 2017, Los 2, dazu Daten vom Ahrensee und Dobersdorfer See (Los 1, 2017) (ARP & MAIER 2018) und Daten weiterer 6 polymiktischer Seen früherer Jahre aus dem Zeitraum 2005 bis 2016 verwendet (ARP, MICHELS & MAIER 2017 und ARP & MAIER 2017). Es wurden bei den **14 Seen insgesamt 38 Seenjahren** mit mindestens 2 bis maximal 4 Jahren je See ausgewählt, wobei je Jahr nur der Zeitraum Mai bis Oktober betrachtet wurde (n=236 Proben). Alle Phytoplanktondaten entstammen eigenen Phytoplankton-Untersuchungen. Die Chemiedaten und weitere Daten sind Daten des Landeslabors S.-H. und des LLUR (Tab. 18, Abb. 39).

Tab. 18: Auflistung der 14 betrachteten See-Messstellen 2017 und früherer Jahre (Quelle: LLUR) mit der Auflistung der Jahre (jeweils Mai-Okt.), die ausgewertet wurden. Die Seen sind alphabetisch geordnet.- **Erläuterungen:** Planktontyp: nach MISCHKE.

MS-NR	Messstelle	Planktontyp	Seefläche	mittlere Tiefe (m)	betrachtete Jahre
129140	Ahrensee, tiefste Stelle	10.1	56,7	4,4	2006, 2011, 2017
129133	Bistensee, tiefste Stelle	11.1	146	7,4	2005, 11, 14, 17
129219	Blankensee, tiefste Stelle	11.2	23,0	1,6	2013-15, 2017
129009	Dobersdorfer See vor Schlesen	14	317	5,3	2014-2017
129008	Gr. Segeberger See, tiefste Stelle	14	173	6,3	2010, 2013, 2016
129097	Hemmelmarker See, tiefste Stelle	11.2	82	3,2	2006, 2016
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	11.1	137	6,2	2005, 2011, 2017
129071	Passader See, tiefste Stelle	11.1	275	4,9	2010, 2016
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	11.1	56,8	6,5	2005, 2011, 2017

MS-NR	Messstelle	Planktontyp	Seefläche	mittlere Tiefe (m)	betrachtete Jahre
129036	Seedorfer See, tiefste Stelle	11.2	75	1,9	2010, 2016
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	11.1	55,0	4,1	2008, 2014, 2017
129018	Westensee, tiefste Stelle	11.1	684	6,1	2006, 2011, 2017
129176	Windebyer Noor, tiefste Stelle	11.1	389	6,4	2006,2016
129019	Wittensee, tiefste Stelle	13	991	9,9	2010, 2016

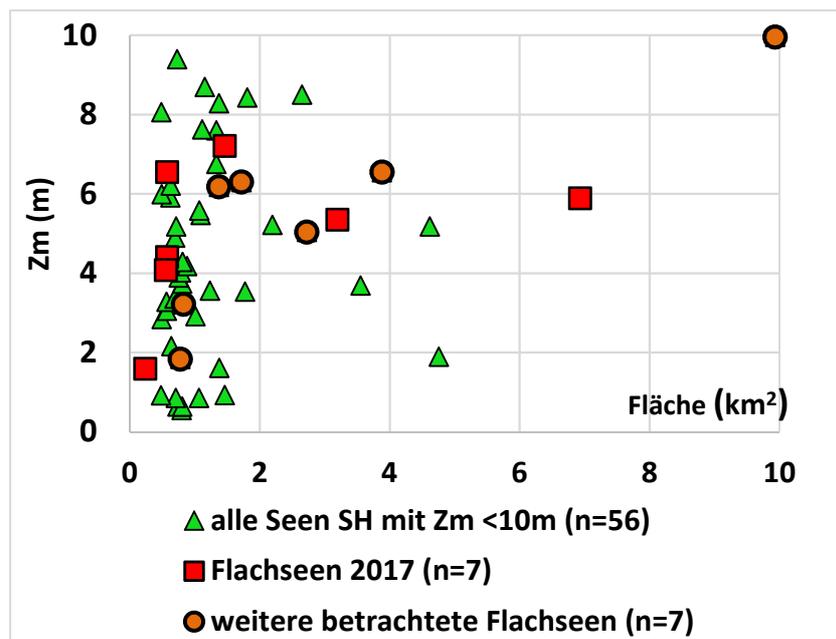


Abb. 39: Mittlere Tiefe (Z_m) und Seefläche von 14 Seen, die bezüglich Phytoplankton genauer betrachtet wurden, im Vergleich mit allen 56 Flachseen in S.-H. mit einer Seefläche > 50 ha und mittleren Tiefe < 10 m (Ausnahme: Blankensee mit 23 ha).

Erläuterung: Die untersuchten 14 Seen setzen sich aus 7 Seen, Los 1+2 2017, und 7 weiteren Flachseen früherer Jahre zusammen.

5.9.3 Überblick Summenparameter und Algengroßgruppen

Abb. 40 zeigt die 6 Seen 2007, Los 2 (incl. ihrer Altdaten), im Vergleich mit weiteren 8 Seen anderer Projekte bezüglich Gesamtphosphor und Chl.a. Je See ist die Verteilung der Werte als boxplot dargestellt. Die 6 Seen von 2017, Los 2, liegen bezüglich beider Parameter inmitten der 14 aufgereihten Seen. Bei Betrachtung aller 14 Seen sind teils deutliche Unterschiede zwischen dem Gesamtphosphor (TP) und der Umsetzung in Chlorophyll a (Chl.a) sichtbar, zum einen die relativ zum Phosphor hohen Chl.a-Gehalte im Windebyer Noor und abgeschwächt Passader See und andererseits die relativ zum Phosphor geringen Chl.a-Gehalte im Bistensee, Wittensee und abgeschwächt Stendorfer See.

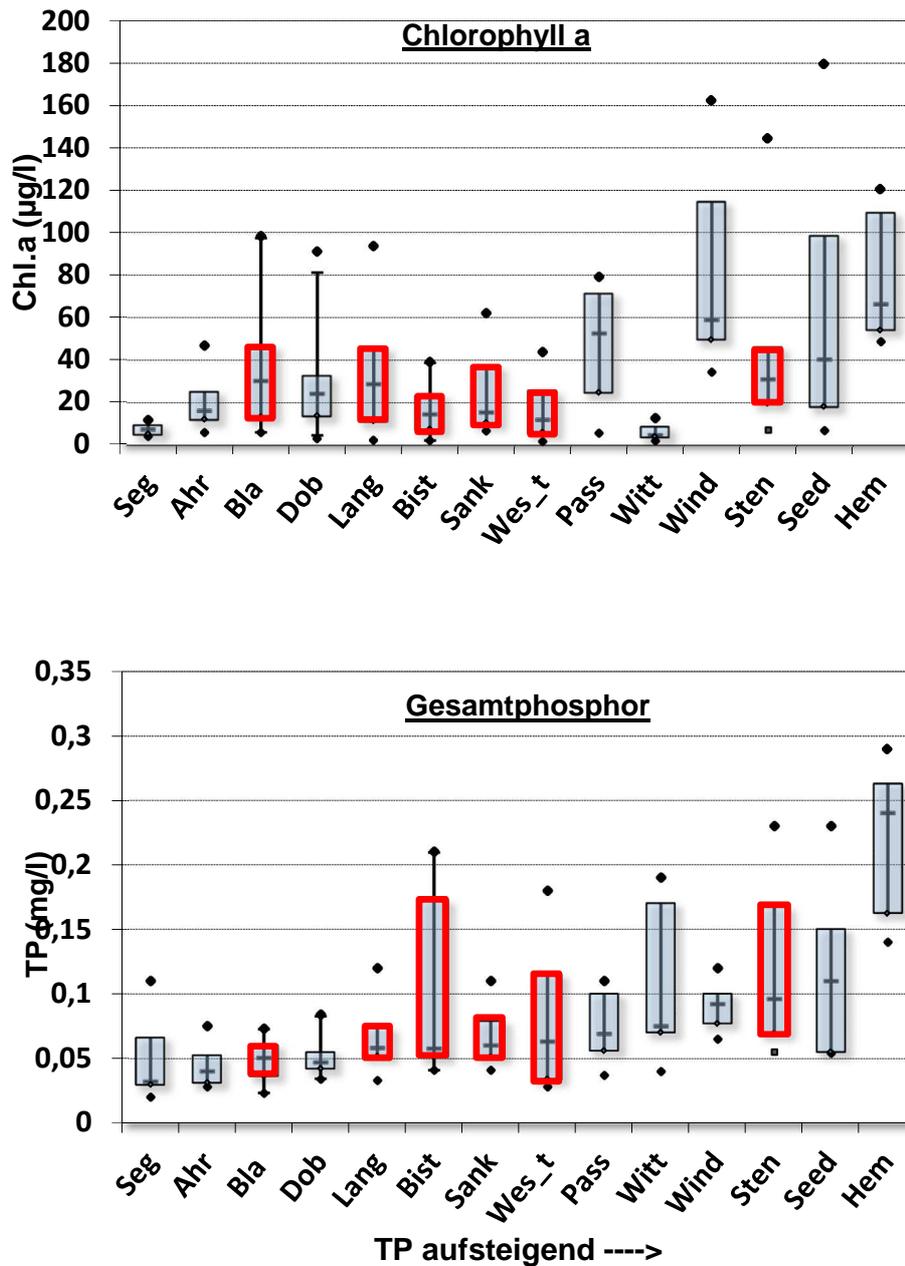


Abb. 40: Reihung der 14 betrachteten Seen hinsichtlich Gesamtphosphor (**unten**) und Chl.a (**oben**). Von jedem See ist die Verteilung der Werte im Zeitraum Mai-Oktober über jeweils 2 bis 4 Jahre als boxplot dargestellt. **Rot: Seen 2017, Los 2.** Box- 25/75 Perzentile mit Median (Querstrich). Whisker (Vertikallinie) – 5/95 Perzentile und Min/Max-Werte (Punkte). **Abkürzungen:** Seg = Gr. Segeberger See, Ahr = Ahrensee, Bla = Blankensee, Dob = Dobersdorfer See, Lan = Langsee, Bist = Bistensee, Sank = Sankelmarker See, Wes_t = Westensee-tiefste Stelle. Pass = Passader See, Witt = Wittensee, Sten = Stendorfer See, Seed = Seedorfer See, Hemm = Hemmelmarker See.

Bei Betrachtung der im Sommer/Herbst wichtigen Algengruppen zeigt sich bei den 6 Seen 2017, Los2, zum einen die deutliche Dominanz der Cyanobakterien und/oder abgeschwächt der Dinophyceen gegenüber der dritten wichtigen Algengruppe, den Bacillariophyceen, wobei die Extrem, höhere und niedrigere Mediane, bei den übrigen 8 Seen zu finden sind. Insgesamt ist bei Betrachtung aller Seen das Muster der boxplots bei den Cyanobakterien sehr ähnlich wie beim Gesamtbiovolumen (Abb. 41).

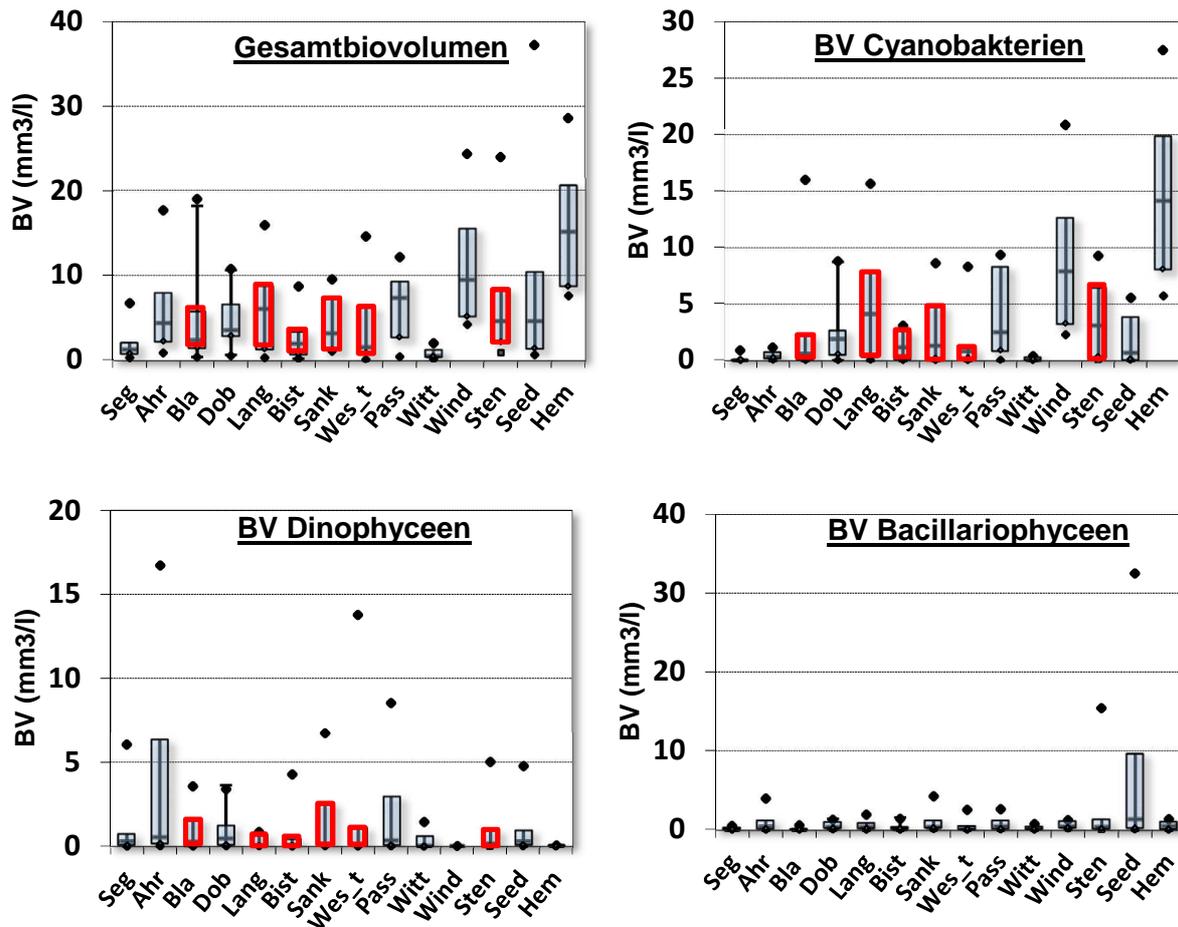


Abb. 41: Reihung der 14 betrachteten Seen hinsichtlich der 3 wichtigen Algengruppen. Von jedem See ist jeweils der Zeitraum Mai-Oktober über 2 bis 4 Jahre als boxplot dargestellt. **Rot: Seen 2017, Los 2.** Die Seen sind wie in Abb. 40 nach dem Gesamtposphor (Median), aufsteigend, sortiert (unterschiedliche Skalierung!): Box– 25/75 Perzentile mit Median (Querstrich). Whisker (Vertikallinie) – 5/95 Perzentile und Min/Max-Werte (Punkte). **Abkürzungen:** Seg = Gr. Segeberger See, Ahr = Ahrensee, Bla = Blankensee, Dob = Dobersdorfer See, Lan = Langsee, Bist = Bistensee, Sank = Sankelmarker See, Wes_t = Westensee-tiefste Stelle. Pass = Passader See, Witt = Wittensee, Sten = Stendorfer See, Seed = Seedorfer See, Hemm = Hemmelmarker See.

5.9.4 Dominante Taxa (-gruppen) der 4 funktionellen Gruppen im Vergleich

Die 6 Seen 2017, Los 2, sind bei zwei der vier funktionellen Algengruppen (Kap. 5.9.1) in der Ausprägung ähnlich, der Dominanz von *Microcystis* und/oder *Ceratium*. Ein relativ ähnliches Muster wie die 6 Seen weisen ebenso der Passader See und Dobersdorfer See auf. Etwas heraus fällt der Blankensee wegen der für einen sehr flachen See relativ niedrigen Phosphorgehalte und damit im Mittel moderaten Planktonentwicklung. Neben diesen 8 Seen weisen die anderen 6 betrachteten Seen andere Planktonmuster auf.

Es wurden bei der folgenden grafischen Darstellung der Taxa- (gruppen) anders als bei den Summenparametern TP, Chl.a, Gesamtbiovolumen (BV) und dem BV der Algengroßgruppen nur Werte verwendet, die bei jeder funktionellen Gruppe in der Summe einen Wert $\geq 0,1 \text{ mm}^3/\text{l}$ aufwiesen.

Es lassen sich sechs Seegruppen unterscheiden:

- Bistensee, Langsee, Sankelmarker See, Stendorfer See, Westensee, Dobersdorfer See und Passader See,
- Blankensee
- Gr. Segeberger See, Ahrensee
- Seedorfer See, Hemmelsmarker See
- Windebyer Noor
- Wittensee

Bistensee, Langsee, Sankelmarker See, Stendorfer See, Westensee, Dobersdorfer See und Passader See (Abb. 42)

Es sind alle Seen, bei denen *Microcystis* und/oder *Ceratium* stets stark vertreten sind und das Sommerbild mitprägen. Diese 7 Seen nehmen eine Mittelstellung inmitten der 14 betrachteten Seen ein, zum einen bezüglich Maxis: Bei mittleren Tiefen von 4,1 bis 7,4 m sind diese Seen sommerlich meist schwach geschichtet, d.h. Durchmischungs- und Schichtungsphasen wechseln sich unregelmäßig ab, so dass der Nachschub an Nährstoffen aus dem unteren Wasserkörper im Sommer nie ganz ausbleibt und insbesondere *Microcystis* und *Ceratium* nach Durchmischungsphasen durch die Fähigkeit der Ortsveränderung Vorteile gegenüber anderen Algen aufweisen.

Die Mittelstellung gilt auch für die Lichtverfügbarkeit. Der Quotient Z_{eu}/Z_{mix} ist ein übliches Maß für die Lichtdurchlässigkeit der gesamten durchmischten Wassersäule (Z_{eu} = euphotische Zone = Sichttiefe * 2,5; Z_{mix} = durchmischte Wassertiefe, maximal bis zur mittleren Tiefe). Mit abnehmendem Wert sinkt das Lichtangebot im durchmischten Wasserkörper. Der Wert hierfür, Z_{eu}/Z_{mix} , liegt für alle 7 Seen im mittleren bis leicht erhöhten Bereich (Sommermedian: 0,4-0,7) (Abb. 43). Basis für die genannten Lichtverhältnisse sind die Nährstoffgehalte, die ganzjährig moderat sind. Bei ausreichend hohen Stickstoffgehalten liegt der Gesamtphosphor ganzjährig in einem moderaten Bereich 0,05-0,1 mg/l (Median).

Nostocales treten ebenfalls meistens auf, wenn auch weniger dominant (mehr dazu Kap. 5.9.5).

Es gibt innerhalb dieser 7 Seen kleinere Unterschiede: Im Dobersdorfer See und im direkt benachbarten Passader See sind zusätzlich Oscillatoriales im Spätsommer/Herbst stark vertreten, verbunden mit abnehmenden Sichttiefen (Z_{eu}/Z_{mix} gering). Beide Seen weisen somit eine erhöhte Zahl von funktionellen Gruppen der Blaualgen, was bedeutet, dass Phosphor gut ausgenutzt wird. Der Stendorfer See als erster größerer See der Schwentine-Seenkette mit relativ geringer mittlerer Tiefe (4,1 m) weist zusätzlich zum erhöhten Vorkommen von *Ceratium*, *Microcystis* und Nostocales phasenweise erhöhte Kieselalgenanteile auf. Der Umsatz von Phosphor in Algenbiomasse ist dort nicht sehr hoch.

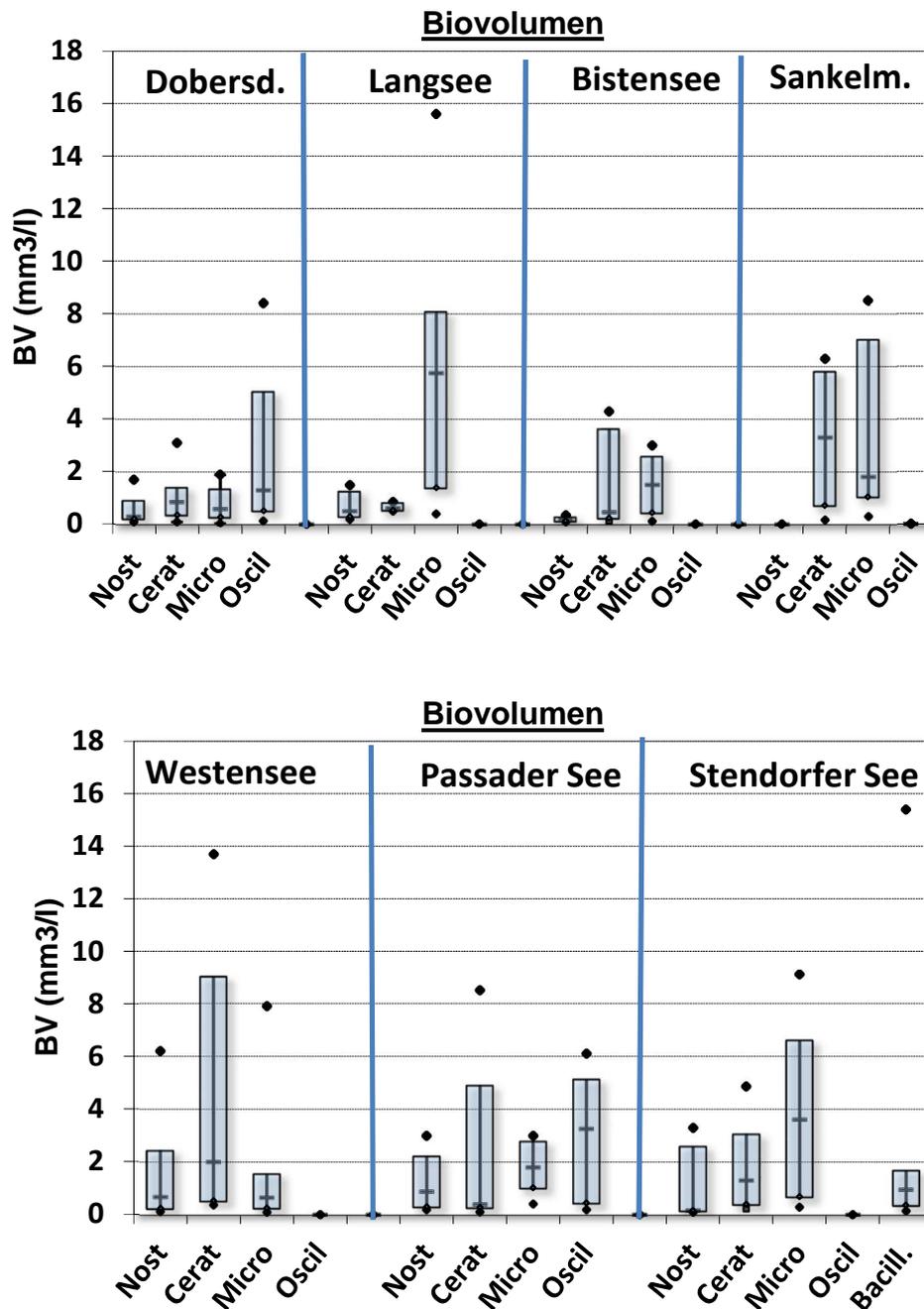


Abb. 42: Reihung von 7 der 14 betrachteten Seen hinsichtlich des Biovolumens verschiedener Taxa- (gruppen). Von jedem See ist jeweils der Zeitraum Mai-Oktober über 2 bis 4 Jahre als boxplot dargestellt: Box– 25/75 Perzentile mit Median (Querstrich). Whisker (Vertikallinie) – 5/95 Perzentile und Min/Max-Werte (Punkte). Die Seen sind nach dem Median für Gesamtphosphor sortiert.- **Abkürzungen:** Nost=Nostocales, Cerat=*Ceratium*, Micro=*Microcystis*, Oscill=Oscillatoriales, Bacill=Bacillariophyceen.

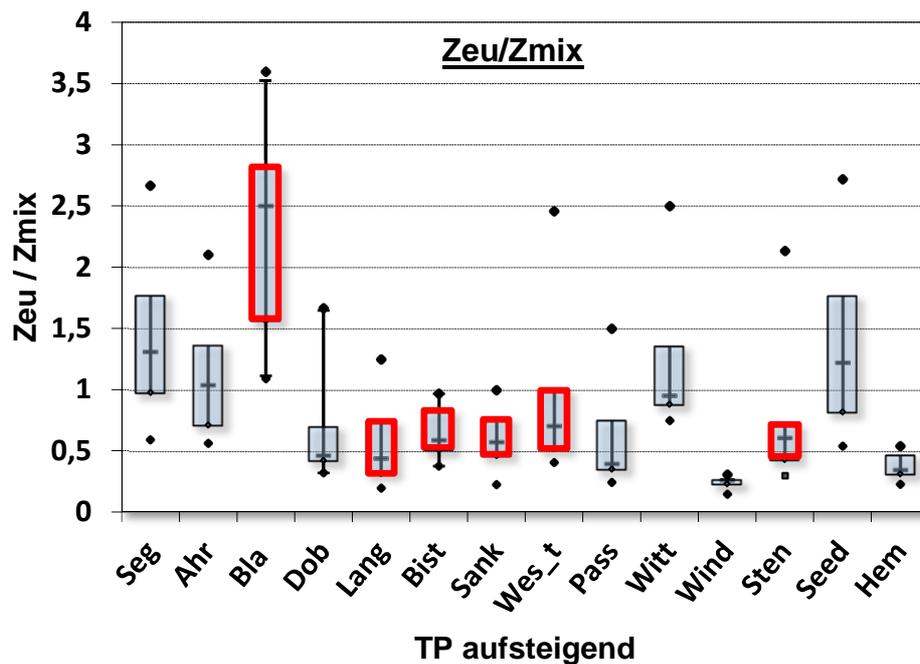


Abb. 43: Reihung aller 14 betrachteten Seen hinsichtlich des Quotienten Z_{eu}/Z_{mix} als Maß für die Lichtverfügbarkeit. Von jedem See ist jeweils der Zeitraum Mai-Oktober über 3 oder 4 Jahre als boxplot dargestellt. **Rot: Seen 2017, Los 2.** Box– 25/75 Perzentile mit Median (Querstrich). Whisker (Vertikallinie) – 5/95 Perzentile und Min/Max-Werte (Punkte). **Abkürzungen:** Seg = Gr. Segeberger See, Ahr = Ahrensee, Bla = Blankensee, Dob = Dobersdorfer See, Lan = Langsee, Bist = Bistensee, Sank = Sankelmarker See, Wes_t = Westensee-tiefste Stelle. Pass = Passader See, Witt = Wittensee, Sten = Stendorfer See, Seed = Seedorfer See, Hemm = Hemmelmarker See.

Blankensee

Der ehemals restaurierte kleinflächige See ist makrophytendominiert (in den letzten Jahren etwa bis zu 50 % Deckung) und weist bei hohen Stickstoffgehalten moderat erhöhte Phosphorgehalte auf (Sommermedian um 0,05 mg/l TP). Bei genügend Licht (Z_{eu}/Z_{mix} hoch, Abb. 43) sind im Sommer wegen nicht sehr hoher Phosphorgehalte nur phasenweise erhöhte Blaualgen-Peaks und manchmal auch Grünalgenpeaks (Chlorophyceen) sichtbar. Nostocales tragen erwartungsgemäß mehr zu Algenblüten als *Microcystis* und *Ceratium* bei, da bei sehr geringer Seetiefe die Konkurrenzvorteile beider Gattungen (Vertikalwanderung) selten zu Tragen kommt und bei genügend Licht Nostocales schneller wachsen als *Microcystis* und *Ceratium*. Zudem war an einigen Terminen der gelöste Stickstoff in Relation zum Phosphor sehr gering (siehe Kap. 5.4.3), so dass eine Stickstofffixierung durch Nostocales möglich ist, was bei hoher Lichtintensität wie im Blankensee noch gefördert wird (Abb. 44) (mehr dazu Kap. 5.9.5). In einem Fall der geringer N-Werte wurde ein starker Nostocales-Peak ermittelt (Kap. 5.4.3).

Der silikatarmer See weist trotz der geringen Seetiefe keine Kieselalgenpeaks auf. In den Jahren 2010 bis 2012 sind die Blaualgenanteile geringer (hier nicht dargestellt).

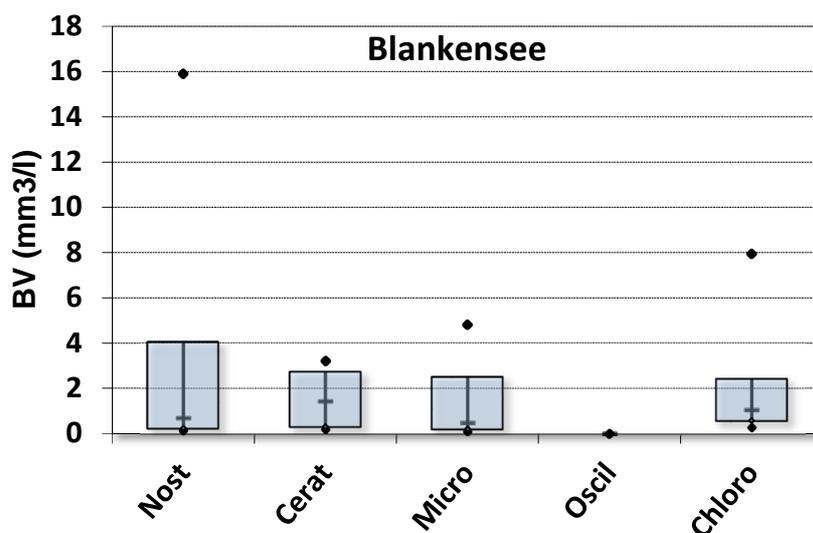


Abb. 44: Verteilung des Biovolumens verschiedener Taxa-(gruppen) vom Blankensee. Es sind die Jahre 2013-15 und 2017 (Mai-Oktober) ausgewertet. Die Darstellung erfolgt in einem Boxplot: Box– 25/75 Perzentile mit Median (Querstrich). Whisker (Vertikallinie) – 5/95 Perzentile und Min/Max-Werte (Punkte). Die Seen sind nach dem Median für Gesamtphosphor sortiert.- **Abkürzungen:** Nost=Nostocales, Cerat=*Ceratium*, Micro=*Microcystis*, Oscil=Oscillatoriales, Chloro=Chlorophyceen.

Gr. Segeberger See und Ahrensee

Beide Seen sind reichhaltig an Submersen und weisen während der sommerlichen Schichtungsphase bis zum Spätsommer bei ausreichenden N-Gehalten geringe Phosphorgehalte auf (deutlich < 0,05 mg/l TP). Blaualgen sind bezüglich der Biomasse nur schwach vertreten. Stattdessen werden ausgeprägte sommerliche Blüten, wenn sie auftreten (in 3 von 6 Jahren) nur durch *Ceratium* gebildet, wobei der weniger windexponierte Ahrensee eine deutlich höhere *Ceratium*-Blüte aufweist (Abb. 45). Licht ist ausreichend in der oberen durchmischten Schicht (Abb. 43), so dass auch deswegen Blaualgen kaum auftreten.

Seedorfer See, Hemmelsmarker See

Beide sehr flache Seen (Seetyp 11.2) sind durch hohe TP-Gehalte gekennzeichnet und sind durch einzelne sehr hohe Algenpeaks gekennzeichnet, wobei der im Mittel über 1 m tiefere und deutlich phosphorreichere Hemmelsmarker See neben Kieselalgen vor allem durch Blaualgen (1 Jahr *Microcystis*, 1 Jahr Oscillatoriales) geprägt ist (Abb. 46). Beide Seen weisen phasenweise relativ wenig Stickstoff auf. An einigen dieser Termine wurden im Seedorfer See Nostocales in erhöhten Gehalten ermittelt, vermutlich wegen der guten Lichtverhältnisse, die ein Konkurrenzvorteil z.B. gegenüber *Microcystis* sind. *Microcystis* kann hier bei ständig fehlender Schichtung sein Vorteil des Auftreibens und Absinkens mittel Gasvakuolen nicht nutzen.

Beide mittelgroßen Seen weisen nahezu keine (Hemmelmarker See) bzw. eine mäßige Unterwasservegetation auf. Das Jahr während der Dominanz der Oscillatoriales weist die größte Trübheit auf. Z_{eu}/Z_{mix} ist im Hemmelmarker See insgesamt tief, mit geringer Streuung (Abb. 43). Oscillatoriales sind zu sehr effizienter Lichtausnutzung fähig (Sommermedian Z_{eu}/Z_{mix} 2006 = 0,36).

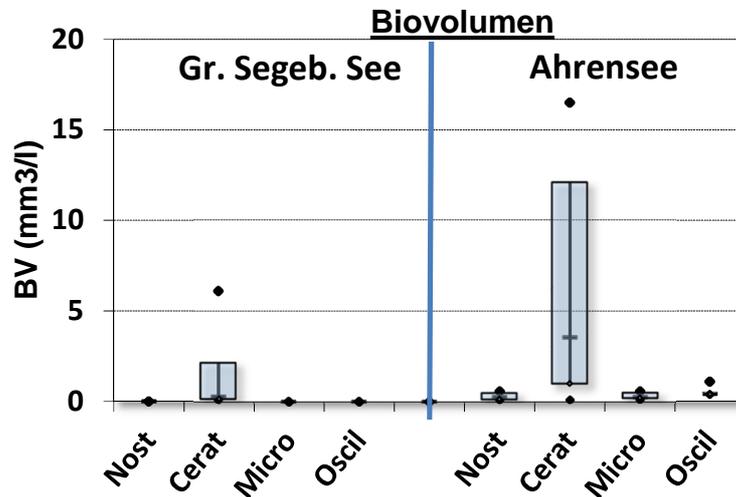


Abb. 45: Verteilung des Biovolumens verschiedener Taxa-(gruppen) vom Gr. Segeberger See und Ahrensee. Es sind jeweils 3 Jahre (Mai-Oktober) ausgewertet. Die Darstellung erfolgt in einem Boxplot: Box– 25/75 Perzentile mit Median (Querstrich). Whisker (Vertikallinie) – 5/95 Perzentile und Min/Max-Werte (Punkte). Die Seen sind nach dem Median für Gesamtphosphor sortiert.- **Abkürzungen:** Nost=Nostocales, Cerat=*Ceratium*, Micro=*Microcystis*, Oscill=Oscillatoriales, Chloro=Chlorophyceen.

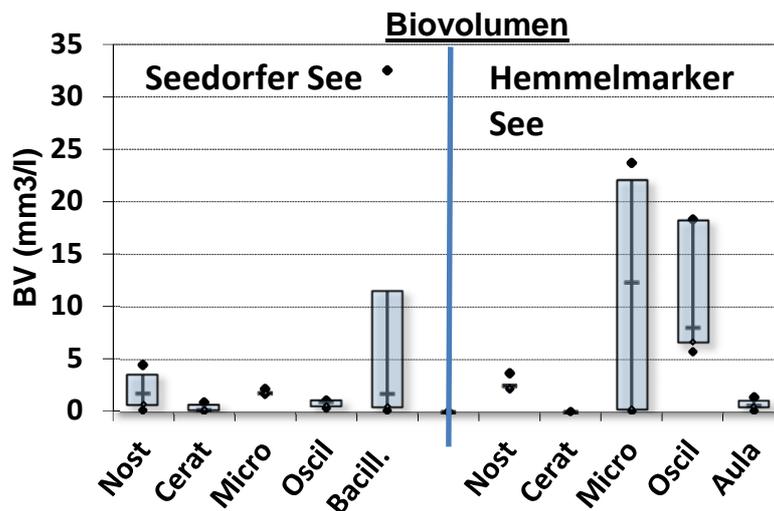


Abb. 46: Verteilung des Biovolumens verschiedener Taxa-(gruppen) vom Seedorfer See und Hemmelmarker See. Es sind jeweils 2 Jahre (Mai-Oktober) ausgewertet. Die Darstellung erfolgt in einem Boxplot: Box– 25/75 Perzentile mit Median (Querstrich). Whisker (Vertikallinie) – 5/95 Perzentile und Min/Max-Werte (Punkte). Die Seen sind nach dem Median für Gesamtphosphor sortiert.- **Abkürzungen:** Nost=Nostocales, Cerat=*Ceratium*, Micro=*Microcystis*, Oscill=Oscillatoriales, Bacill=Bacillariophyceen

Windebyer Noor

Das großflächige Windebyer Noor mit einer mittleren Tiefe von 6,4 m ist ein See mit ganzjährig erhöhten Nährstoffgehalten (Median 0,09 mg/lTP). Der großflächige direkt an der Ostsee liegende See mit nahezu ständiger Windzufuhr weist somit insgesamt sehr stabile Bedingungen auf, mit der Folge einer ganzjährigen Dominanz von Oscillatoriales und gleichzeitig hoher Trübheit (Sommermedian für Z_{eu}/Z_{mix} : 0,27; (Abb. 43). Andere Blaualgen-Taxa und *Ceratium*, auch andere Algengruppen treten als Peaks unter diesen Bedingungen nicht auf (Abb. 47).

Wittensee

Der Wittensee ist der einzige der 16 Seen, der im Sommer/Herbst trotz moderat erhöhter bis hoher Phosphorgehalte und ausreichend Licht (Abb. 43) keine Algenblüten aufweist (Gesamt-Biovolumen stets < 2 mm³/l). Es ist zumindest phasenweise Stickstoffmangel zu vermuten ($DIN/TP < 1$), was sich jedoch nicht in einer erhöhten Zunahme von Nostocales bemerkbar macht, trotz ausreichender Lichtzufuhr im Epilimnion (Abb. 43, Abb. 47). Der Umsatz von P in Algenbiomasse ist nochmal 2-3x geringer als im Plöner See, der bereits eine geringe Umsetzung hat.

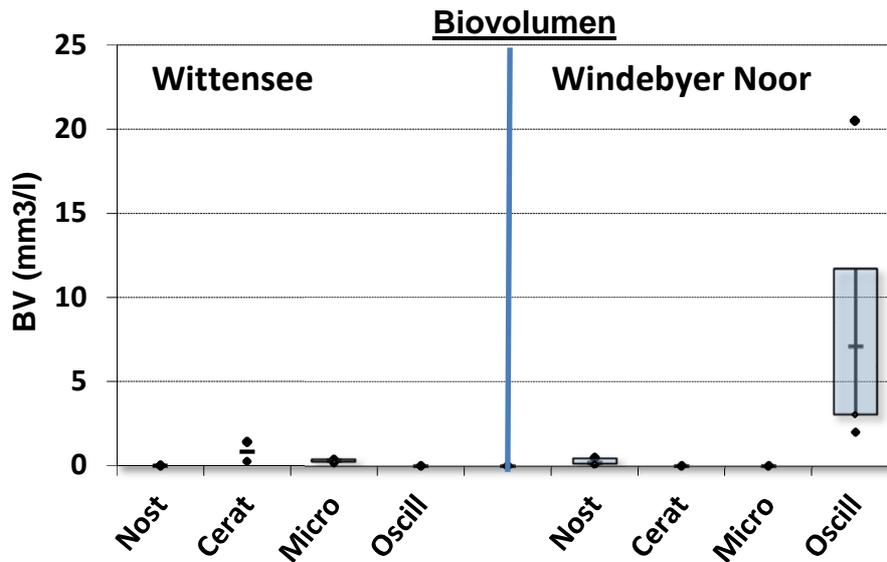


Abb. 47: Verteilung des Biovolumens verschiedener Taxa-(gruppen) vom Wittensee und Windebyer Noor. Es sind jeweils 2 Jahre (Mai-Oktober) ausgewertet. Die Darstellung erfolgt in einem Boxplot: Box– 25/75 Perzentile mit Median (Querstrich). Whisker (Vertikallinie) – 5/95 Perzentile und Min/Max-Werte (Punkte). Die Seen sind nach dem Median für Gesamtphosphor sortiert.- **Abkürzungen:** Nost=Nostocales, Cerat=*Ceratium*, Micro=*Microcystis*, Oscill=Oscillatoriales.

5.9.5 Zusammenfassung

Die Betrachtungen der 14 Seen zeigen, dass jeweils verschiedene Faktoren die Entwicklung der sommerlichen Algenpeaks steuern. Neben dem Phosphor als wichtigem Nährstoff wirken sich im Sommer als Folge des Schichtungsverhaltens Stickstoff- und Lichtmangel auf die

sommerliche Planktonentwicklung aus Das Zooplankton als weiterer wichtiger steuernder Faktor kann hier nicht berücksichtigt werden.

Phosphor: Die sommerliche Dominanz der untersuchten Taxa-(gruppen) ist erwartungsgemäß mit erhöhten Nährstoffgehalten verbunden. *Microcystis* und die Nostocales weisen bei den eigenen Untersuchungen erhöhte Biovolumina in einem weiten Phosphor-Bereich auf (v.a. 0,03 bis 0,3 mg/l TP), während *Ceratium* v.a. im Bereich 0,03 bis etwa 0,1 mg TP erhöhte bis hohe Biomassen bildet. Diese Beobachtung deckt sich mit weiteren Daten aus Deutschland (NIXDORF et al. 2006 und SCHAUMBURG et al. 2005).

Stickstoffmangel im Sommer in Flachseen ist allgemein verbreitet und kann unter bestimmten Bedingungen zu kleineren Anteilen durch Stickstofffixierung der Nostocales ausgeglichen werden. Ein möglicher Stickstoffmangel kann durch den Quotienten Stickstoff/Phosphor beschrieben werden, der allerdings immer nur auf eine mögliche Limitierung hindeuten kann. In erster Linie ist jedoch die Konzentration der bestimmende Faktor. Eine Stickstofflimitierung wurde nur dann beobachtet, wenn die Summe des gelösten anorganischen Stickstoffs ($N-NH_4 + N-NO_3 + N-NO_2 = DIN$) unterhalb 100 $\mu g/l$ lag (KOLZAU 2017, KOLZAU et al. 2014). Erst unter diesen Bedingungen kann der Quotient Stickstoff/Phosphor als Indikator für eine mögliche N-Limitierung herangezogen werden. Nach KOLZAU et al. (2014) ist der beste Indikator DIN/TP, wobei TN/TP nur eine unwesentlich schwächere Korrelation aufweist. Ein Wert für DIN/TP (Gewichtsbasis) unterhalb von 2,6 (gleichzeitig DIN < 100 $\mu g/l$) deutet auf eine N-Limitation hin. Dies wurde phasenweise im Sommer in allen 14 Seen beobachtet, am ausgeprägtesten (mehrere Termine) im Ahrensee, Blankensee, Dobersdorfer See, Gr. Segeberger See, Hemmelmarker See, Passader See, Seedorfer See, Windebyer Noor (permanent) und Wittensee, am schwächsten im Sankelmarker See. Dies waren erwartungsgemäß meist Termine im Sommer, wenn der Phosphor deutlich anstieg. In all diesen Seen, ausgenommen im Wittensee, wurden an einigen dieser Termine erhöhte Gehalte an Nostocales gefunden, im Windebyer Noor trotz ausgeprägtem Stickstoffmangel nur leicht erhöhte (Abb. 48). Im Windebyer Noor herrscht eher Lichtmangel vor, so dass hier andere Algen im Vorteil sind (s.u. und Abb. 43).

Lichtmangel: Während *Ceratium* in einem großen Spektrum der Werte für Z_{eu}/Z_{mix} gehäuft auftritt, finden sich *Microcystis* und Nostocales v.a. bei Werten < 1 für Z_{eu}/Z_{mix} . Oscillatoriales mit erhöhtem Biovolumen (s.u.) haben ihren Schwerpunkt bei noch geringeren Werten für Z_{eu}/Z_{mix} (< 0,6) wie z.B. im Hemmelmarker See und Windebyer Noor (Abb. 43).

6 Literatur

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

- ATT (1998): Erfassung und Bewertung von Planktonorganismen.- AG Trinkwassertalsperren e.V. Arbeitskreis Biologie, ATT Techn. Inf. Nr. 7: 1 – 150.
- biota (2018a): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos für WRRL und FFH-RL in schleswig-holsteinischen Seen 2017 (Los 2): Ahrensee, Fastensee, Lanker See, Salzensee, Stendorfer See, Südensee, Westensee.- Endbericht im Auftrag des LLUR: 1 – 73 + Anhang.
- biota (2018b): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos für WRRL und FFH-RL in schleswig-holsteinischen Seen 2017 (Los 3): Bistensee, Brahmsee, Langsee, Süderfahrenstedt, Sankelmarker See, Wardersee, Warder.- Endbericht im Auftrag des LLUR: 1 – 43 + 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.
- Cummins K.W., Costa R.R., Rowe R.E., Moshiri G.A. Scanlon R.M. & Zajdel K. (1969): Ecological energetics of a natural population of the predaceous zooplankter *Leptodora kindtii* Focke (Cladocera). *Oikos* 20: 189-220.
- Deneke, R., Maier G. & Mischke U. (2015): Das PhytoLoss-Verfahren. – Ausführliche Verfahrensvorschrift, Berlin: 1 – 130.
- DIN EN 16695 (2015): Wasserbeschaffenheit- Anleitung zur Abschätzung des Phytoplankton-Biovolumens, Deutsche Fassung EN 16695:2015, 15 S. + Anhänge.
- Dumont H.J., van de Velde I. & Dumont S. (1975): The dry weight estimate of biomass in a selection of Cladocera, Copepoda and Rotifera from the plankton, periphyton and benthos of continental waters. *Oecologia* 19: 75-97.
- Gannon J.E. & Stemberger R.S. (1978): Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality. *Trans. Amer. Micros. Soc.* 97: 16-35.
- Garton D.W. & Berg D.J. (1990): Occurrence of *Bythotrephes cederstroemi* (Schoedler 1877) in Lake Superior, with evidence of demographic variation within the Great Lakes. *J. Great Lakes Res.* 16: 148-152.
- Geller W. & Müller H. (1981): The filtration apparatus of Cladocera: Filter mesh-sizes and their implication on food selectivity. *Oecologia* 49: 316-321.
- Gliwicz Z.M. (1969): Studies on the feeding of pelagic zooplankton in lakes with varying trophy. *Ecol. Pol.* 17: 663-707.
- 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.
- 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.
- 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. Rucker, J. Köhler & A. M. Dolman (2014): Seasonal Patterns of Nitrogen and Phosphorus Limitation in Four German Lakes and the Predictability of Limitation Status from Ambient Nutrient Concentrations.- *PLoS ONE*, Vol 9 Issue 4 e96065
- Lampert W. & Schober U. (1980): The importance of “threshold” food concentrations. *Am. Soc. Limnol. Oceanogr. Spec. Symp.* 3: 264-267.
- Lampert W. (1988): The relative importance of food limitation and predation in the seasonal cycle of two *Daphnia* Species. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 23: 713-718.
- LANU (2001): Zustand und Belastungsquellen Gr. Plöner See.- Bericht des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein: 1 – 124.
- LAWAKÜ (1995): Der Dobersdorfer See.- Bericht des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein, B 34: 1 – 77 + Anhang.
- 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 Seebewertung mittels Plankton – Phyto-See-Index (Teil A) und PhytoLoss-Modul Zooplankton (Teil B). S. 1-143.
- Nixdorf, B., E. Hoehn U. Mischke, U. Riedmüller, J. Rücker & I. Schönfelder (2006): Leitbildorientierte Bewertung von Seen anhand der Teilkomponente Phytoplankton im Rahmen der Umsetzung der EU-WRRL – Endbericht zum LAWA-Projekt, Bad Saarow im März 2006: 1 – 190.
- Nixdorf, B., Hoehn, E., Mischke, U., Rücker, J., Schönfelder, I. & M. Bahnwart (2008): Anforderungen an Probenahme und Analyse der Phytoplanktonbiozönosen in Seen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL. In: Mischke, U. & B. Nixdorf (2008): Gewässerreport (Nr. 10): Bewertung von Seen mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie, BTUC-AR 2/2008, ISBN 978-3-940471-06-2: 147 - 184.
- Nixdorf, B., Hoehn, E., Riedmüller, U., Mischke, U. & I. Schönfelder (2010): Probenahme und Analyse des Phytoplanktons in Seen und Flüssen zur ökologischen Bewertung gemäß der EU-WRRL. Handbuch Angewandte Limnologie – Methodische Grundlagen. III-4.3.1. Erg. Lfg. 4/10: 1-24.
- Padisak, J. & R. Adrian (1999): Biovolumen.- In W. v. Tümping & 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.
- 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., V. Huszar, C. Kruk, L. Naselli-Flores & S. Melo (2002): Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton.- *J. of Plankton research*, Vol. 24 (5): 417 – 428.
- Reynolds, C.S. & A.E. Walsby (1975): Water blooms.- *Biological reviews* 50: 437 – 481.

- Reynolds, C.S. & E.G. Bellinger (1992): Patterns of abundance and dominance of the phytoplankton of Rostherne Mere, England: evidence from a 18-year data set.- *Aquatic Science* 54: 10 - 36
- Riedmüller, U., E. Hoehn & U. Mischke (2014). Trophieklassifikation von Seen. Richtlinie zur Ermittlung des Trophie-Index nach LAWA für natürliche Seen, Baggerseen, Talsperren und Speicherseen. Stand: 2014. - LAWA, Kiel: 34 S.
- 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.
- Stemberger R. (1979): A guide to rotifers of the Laurentian Great Lakes. U.S. EPA publication: EPA/600/4-79-021. Washington DC., 185 pp.
- Stich, B., Maier, G. & A. Hoppe (2010) Projekt Zooplankton - Probenahme - Bericht der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Institut für Seenforschung (ISF). 35 pp.
- Stich, B. & Maier, G. (2012) Projekt Zooplankton – Zählen, Bestimmen, Auswerten - Bericht der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg. Institut für Seenforschung (ISF). 33 pp.
- Stuhr, J., van de Weyer, K. et. al. (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 Grebner 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
- TGL (1982): Fachbereichsstandard. Nutzung und Schutz der Gewässer, stehende Binnengewässer; Klassifizierung. TGL 27885/01.- Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft d. DDR, Berlin: 1 – 16.
- Tümping v. W. & Friedrich G. (1999): Methoden der Biologischen Wasseruntersuchung; Bd. 2, Biologische Gewässeruntersuchung. Gustav Fischer, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm: 541 pp.

7 Bestimmungsliteratur

Phytoplankton

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

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

Zooplankton

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

- Einsle, U., 1993. Crustacea. Copepoda. Calanoida und Cyclopoida. In J. Schwoerbel & P. Zwick (Hrsg.), Süßwasserfauna von Mitteleuropa. Bd. 8/4-1. G. Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York: 208 pp.
- Einsle, U., 1996. Copepoda: Cyclopoida. Genera Cyclops, Megacyclops, Acanthocyclops. In H. J. Dumont (Co.-Ed.), Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. Vol. 10. SPB Academic Publishing, Amsterdam: 82 pp.
- Flößner D., 1972. Kiemen- Blattfüßer, Branchiura Fischläuse, Branchiura. In: Dahl, TWD 60: 501 pp.
- Flößner, D., 2000. Die Haplopoda und Cladocera (ohne Bosminidae) Mitteleuropas. Backhuys Publishers, Leiden: 428 pp.
- Herbst H.V. (1976): Blattfußkrebse. In: Einführung in die Kleinlebewelt. Kosmos-Verlag Franckh-Stuttgart: 130 pp.
- Holmquist, Ch., 1972. V. Mysidacea. In H. Bick, G. Breitig, Th. Grospietsch, Ch. Holmquist, H. Löffler, E. Reisinger, A. Ruttner-Kolisko, O. A. Sæther & J. Schwoerbel. Das Zooplankton der Binnengewässer, 1. Teil. In H.-J. Elster & W. Ohle, Die Binnengewässer. Vol. 26/1. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 247-256.
- Kiefer F., 1973. Ruderfußkrebse. In: Einführung in die Kleinlebewelt. Kosmos-Verlag Franckh-Stuttgart: 99 pp.
- Kiefer F. & Fryer G., 1978. Copepoda. In: Das Zooplankton der Binnengewässer 2. Teil. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung; Nägele und Obermiller: 208 pp.
- Korovchinsky, N. M., 1992. Sididae and Holopediidae. (Crustacea: Daphniiformes). In H. J. Dumont (Co.-Ed.), Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. Vol. 3. SPB Academic Publishing, The Hague: 82 pp.
- Lieder, U., 1996. Crustacea. Cladocera/Bosminidae. In J. Schwoerbel & P. Zwick (Hrsg.), Süßwasserfauna von Mitteleuropa. Bd. 8/2-3. G. Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm: 80 pp.
- Nogrady, T. & H. Segers (Eds), 2002. Rotifera. Vol. 6: Asplanchnidae, Gastropodidae, Lindiidae, Microcodidae, Synchaetidae, Trochosphaeridae and Filinia. In H. J. Dumont (Co.-Ed.), Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World. Vol. 18. Backhuys Publishers, Leiden: 264 pp.
- Nogrady, T., R. Pourriot & H. Segers, 1995. Rotifera. Volume 3: Notommatidae and 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 6 untersuchten Seen 2017, Los 2 (Datenquelle: LLUR). Erläuterungen: VQ = Volumenquotient = oberird. Einzugsgebietsfläche / Seevolumen. ⁽¹⁾ : Seetyp nach MATHES et al. (2005) für Seen > 50 ha. ⁽²⁾ : 88.3 = kalkarmer See.	10
Tab. 2:	Auflistung der 7 untersuchten Messstellen 2017 mit den See- und Messstellen-Nummern. (Quelle: LLUR). Die Seen sind alphabetisch geordnet. Erläuterungen: Planktontyp: nach MISCHKE.	10
Tab. 3:	Gewichtungsfaktoren zur Ermittlung des deutschen Phyto-Seen-Index (PSI) für natürliche Seen des Tieflands (MISCHKE et al. 2015, Phytosee 7.0)...	18
Tab. 4:	Indexwerte und entsprechende Einstufung in ökologische Zustandsklassen für die Teilmetrics und den PSI	18
Tab. 5:	Jahresmittelwerte wichtiger limnologischer Parameter der See- Messstellen 2017, Los 2. Erläuterungen: Chemiewerte aus 1 m Tiefe; BV (Biovolumen) und Chl.a als integrierte Probe (siehe Kap. 4.1 Feldmethodik); Zoopl. mittels eines Vertikalzugs. Abkürzungen: TP = Gesamtphosphor, TN = Gesamtstickstoff (Datenquelle Chemie: LLUR).	21
Tab. 6:	Das Zooplankton in den untersuchten Seen 2017, Los 2 - Übersicht.....	24
Tab. 7:	Istzustand des DiProf und daraus resultierende ökolog. Zustandsklasse (Bewertung DiProf = Note) für 7 See-Messstellen in Schleswig-Holstein für das Jahr 2017, Los 2. Erläuterungen: H/G = Referenztrophy an der Grenze zwischen Zustandsklasse 1 (high) und 2 (good).	28
Tab. 8:	Gesamtbewertung (PSI ohne und mit DI-PROF) und mittlere Anzahl der Indikatorarten für 7 See-Messstellen in Schleswig-Holstein, Los 2, für das Jahr 2017 (Proben-Zeitraum März bis Okt.; Programmversion PhytoSee 7.0 (15.12.2017).- Sortierung nach dem Gewässernamen. Alle Seen, ausgenommen der Blankensee, sind kalkreich. *: Bewertung eingeschränkt aufgrund zu geringer Seefläche.	29
Tab. 9:	Bewertung (PSI und Einzelmetrics) für 7 See-Messstellen in Schleswig- Holstein, Los 2, für das Jahr 2017 (Proben-Zeitraum März bis Oktober; Programmversion PhytoSee 7.0 vom 15.12.2017).- Sortierung nach dem Gewässernamen. *: Bewertung eingeschränkt aufgrund zu geringer Seefläche.	30
Tab.10:	Überblick über die mittels des Moduls PhytoLoss errechneten Indices für die Seen S.-H. 2017, Los 2- Sommersituation. Stark ausgeprägte, niedrige Effektklassen sind rot hinterlegt, stark ausgeprägte, hohe Effektklassen blau. Die Bewertung mittels PSI ist ebenfalls angefügt.	31

- Tab. 11: Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Vergleich 2017 mit früheren Jahren für den **Bistensee**.- Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor. * Phytopl. und Chl.a bis Juni 2005 aus 1 m Tiefe, danach aus 0-3 bzw. 0-4 m Tiefe. **: FAG = fachgutachterliche Bewertung (in Klammern die PSI-Berechnung mit Phytosee 7.0)..... 40
- Tab. 12: Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Vergleich 2015 mit früheren Jahren für den **Blankensee**.- Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor. *: die Probenahmefrequenz 2007-2009 war höher als in den übrigen Jahren (14täglich). Übrige Jahre: i.d.R. 7 Proben pro Jahr (März/Apr. – Okt)..... 49
- Tab.13: Über das PhytoLoss-Modul berechnete Indizes für die Sommermonate in den Jahren 2006 (vor der Bentophos-Behandlung) und 2010 bis 2017 (nach Bentophos-Behandlung) für den Blankensee. Sehr niedrige Indizes sind rot hinterlegt. 52
- Tab. 14: Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2017 im Vergleich zu früheren Jahren für das tiefe Becken des Langsees, SL.- Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor. ⁽¹⁾: 2005: Phytopl. und Chl.a aus 1 m oder als Mischprobe aus geringeren Tiefen als 2011 und 2017; 2011 und 2017: stets Mischprobe aus 0 – 6 m Tiefe. ⁽²⁾: nur 5 Proben Apr.- Aug. 59
- Tab. 15: Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2017 im Vergleich zu früheren Jahren für den **Sankelmarker See**.- Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor. ⁽¹⁾: 2005: Phytopl. und Chl.a aus 1 m oder als Mischprobe aus geringeren Tiefen als 2011 und 2017; 2011 und 2017: stets Mischprobe aus 0 – 6 m Tiefe.- ⁽²⁾: In die Bewertung gingen nur 5 Proben ein (März – September), daher eingeschränkte Bewertung..... 68
- Tab. 16: Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2017 im Vergleich zu früheren Jahren für den **Stendorfer See**.- Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor..... 77
- Tab. 17: Vergleich wichtiger Parameter (Jahresmittel) und Indices des Phytoplanktons und der Trophie im Jahr 2017 im Vergleich zu früheren Jahren für den **Westensee, tiefste Stelle, und Westensee, vor Wrohe**.- Erläuterungen: PSI = Phytosee-Index. PP BV = Phytoplankton-Biovolumen. TP = Gesamtphosphor..... 88

Tab. 18: Auflistung der 14 betrachteten See-Messstellen 2017 und früherer Jahre (Quelle: LLUR) mit der Auflistung der Jahre (jeweils Mai-Okt.), die ausgewertet wurden. Die Seen sind alphabetisch geordnet.- **Erläuterungen:** Planktontyp: nach MISCHKE. 93

9 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Reihung der 7 See-Messstellen 2017, Los 2, hinsichtlich Chl.a (**oben links**), des Phytoplankton-Biovolumens (**oben rechts**) und Gesamtphosphor (TP) (**unten**), über den gesamten Untersuchungszeitraum durch ein Kastendiagramm (Boxplot): Mediane (Querstrich) + 25- und 75%-Perzentil (Kasten); Whisker (Vertikalstriche): 5/95-Perzentile. **Abkürzungen:** BIS = Bistensee, BLA = Blankensee, LAN = Langsee, SAN = Sankelmarker See, STE = Stendorfer See, WET = Westensee-tiefste Stelle, WEW = Westensee-Wrohe..... 23
- Abb. 2: Durchschnittliche Abundanz-Anteile (**links**) sowie durchschnittliche Biomassen (Trockenmasse)-Anteile (**rechts**) der 4 taxonomischen Großgruppen des Zooplanktons: Mittelwert von allen 2017 untersuchten Seen, Los 2..... 25
- Abb. 3: Durchschnittliche Biomassen (Trockengewichte) des Zooplanktons. Boxplots: Box – 25/75 Perzentile; Linie in Pink – Median; blaue Quadrate – Mittelwerte; Whisker – 5/95 Perzentile; grüne Linie – Übergang mesotroph / eutroph (n. TGL 1982). **Abkürzungen:** BIS = Bistensee, BLA = Blankensee, LAN = Langsee, SAN = Sankelmarker See, STE = Stendorfer See, WET = Westensee-tiefste Stelle, WEW = Westensee-Wrohe 25
- Abb. 4: Durchschnittlicher Cladoceren-Größenindex (GIC = MCM = mittlere Trockenmasse pro Individuum) der untersuchten Seen 2017, Los 2. Boxplots: Box - 25/75 Perzentile; Linie in Pink – Median; blaue Quadrate – Mittelwerte; Whisker – 5/95 Perzentile; orange Punkte – Median der Sommerwerte; grüne Linie – TM einer 1-mm-Daphnie. **Abkürzungen:** BIS = Bistensee, BLA = Blankensee, LAN=Langsee, SAN=Sankelmarker See, STE=Stendorfer See, WET=Westensee-tiefste Stelle, WEW=Westensee-Wrohe..... 26
- Abb. 5: Durchschnittlicher Umsatz von Phytoplankton- in Zooplanktonmasse (Z/P) in den untersuchten Seen 2017, Los 2 (gesamter Messzeitraum). Boxplots: Box - 25/75 Perzentile; Linie in Pink – Median; blaue Quadrate – Mittelwerte; Whisker – 5/95 Perzentile. **Abkürzungen:** BIS = Bistensee, BLA = Blankensee, LAN=Langsee, SAN=Sankelmarker See, STE=Stendorfer See, WET=Westensee-tiefste Stelle, WEW=Westensee-Wrohe..... 27
- Abb. 6: Überblick über die mittels des Moduls PhytoLoss errechneten Indices für 6 Seen in Schleswig-Holstein im Jahr 2017, Los 2. 32
- Abb. 7: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Bistensee im Jahr 2017. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile..... 34

- Abb. 8: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Linie) für den Bistensee im Jahr 2017. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile. 37
- Abb. 9: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Bistensee im Jahr 2017..... 38
- Abb. 10: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Bistensees für die Jahre 2005, 2011, 2014 und 2017. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile. 41
- Abb. 11: Taxazahlen und Biomasse des Zooplanktons für den Bistensee im Jahresvergleich..... 41
- Abb. 12: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Blankensees im Jahr 2017. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile..... 43
- Abb. 13: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Linie) für den Blankensee im Jahr 2017. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile. 46
- Abb.14: Wichtigste Indices zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Blankensee im Jahr 2017..... 47
- Abb. 15: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Blankensees für die Jahre 2005, 2011, 2014 und 2017. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile. 49
- Abb. 16: Einzelwerte des Blankensee 2006 - 2017, hinsichtlich Phytoplankton-Biovolumen (**oben**), Chl.a (**Mitte**) und Gesamtphosphor (TP) (**unten**), und über den gesamten Untersuchungszeitraum durch ein Kastendiagramm (Boxplot): Mediane (Querstrich) + 25- und 75%-Perzentil (Kasten) und Ausreißer..... 50
- Abb.17: Entwicklung der durchschnittlichen Biomasse (Trockenmasse) des Zooplanktons (**links**) sowie des durchschnittlichen GICs bzw (**rechts**) über die Untersuchungsjahre **2006 (dunkelgrau) und 2010 – 2017 (hellgrau)** im Blankensee (als box plots). 52
- Abb. 18: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Langsees, SL (tiefste Stelle) im Jahr 2017. Oben: Absolute Biovolumina. Unten: Prozentuale Anteile. 54
- Abb. 19: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Linie) für den Langsee im Jahr 2017. Oben: Absolute Biomassengehalte. Unten: Prozentuale Anteile. 57

Abb. 20: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Langsee, SL im Jahr 2017.	58
Abb. 21: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Langsees, SL für die Jahre 2005, 2011 und 2017. <u>Oben</u> : Absolute Biovolumina. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.	60
Abb. 22: Taxazahlen und Biomasse des Zooplanktons für den Langsee, SL (tiefes Becken), im Jahresvergleich.	61
Abb. 23: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Sankelmarker Sees im Jahr 2017. <u>Oben</u> : Absolute Biovolumina. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.	63
Abb. 24: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Linie) für den Sankelmarker See im Jahr 2017. <u>Oben</u> : Absolute Biomassengehalte. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.	66
Abb. 25: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Sankelmarker See im Jahr 2017.	67
Abb. 26: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Sankelmarker Sees für die Jahre 2005, 2011 und 2017. <u>Oben</u> : Absolute Biovolumina. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.	69
Abb. 27: Taxazahlen und Biomasse des Zooplanktons für den Sankelmarker See im Jahresvergleich.	70
Abb. 28: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Stendorfer Sees im Jahr 2017. <u>Oben</u> : Absolute Biovolumina. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.	72
Abb. 29: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Linie) für den Stendorfer See im Jahr 2017. <u>Oben</u> : Absolute Biomassengehalte. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.	75
Abb. 30: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Stendorfer See im Jahr 2017.	76
Abb. 31: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Stendorfer Sees für die Jahre 2008, 2014 und 2017. <u>Oben</u> : Absolute Biovolumina. <u>Unten</u> : Prozentuale Anteile.	78
Abb. 32: Taxazahlen und Biomasse des Zooplanktons für den Stendorfer See im Jahresvergleich.	79

- Abb. 33: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Westensees im Jahr 2017. **Oben:** Westensee, tiefste Stelle. **Unten:** Westensee, vor Wrohe. In jeder Grafik jeweils oben: Absolute Biovolumina, jeweils unten: Prozentuale Anteile. **Gleiche Größenskalierung!**..... 81
- Abb. 34: Biomasse (Trockengewicht) des Zooplanktons (Säulen) und Phytoplankton-Biovolumen (Linie) für zwei Westensee-Messstellen im Jahr 2017. **Oben:** Westensee, tiefste Stelle, **Unten:** Westensee vor Wrohe. In jeder Grafik jeweils oben: Absolute Biomassengehalte, jeweils unten: Prozentuale Anteile. **Gleiche Größenskalierung**..... 85
- Abb. 35: Wichtige Indizes zur Interaktion Zooplankton / Phytoplankton bzw. Fische / Zooplankton, berechnet über das PhytoLoss-Modul für den Westensee im Jahr 2017..... 87
- Abb. 36: Biovolumen der Phytoplankton-Großgruppen und Chl.a des Westensees im Jahr 2006, 2011 und 2017. **Oben:** Westensee, tiefste Stelle. **Unten:** Westensee, vor Wrohe. In jeder Grafik jeweils oben: Absolute Biovolumina, jeweils unten: Prozentuale Anteile. **Gleiche Größenskalierung!** 89
- Abb. 37: Taxazahlen des Zooplanktons für den Westensee im Jahresvergleich. 90
- Abb. 38: Biomassen des Zooplanktons für den Westensee im Jahresvergleich..... 91
- Abb. 39: Mittlere Tiefe (Z_m) und Seefläche von 14 Seen, die bezüglich Phytoplankton genauer betrachtet wurden, im Vergleich mit allen 56 Flachseen in S.-H. mit einer Seefläche > 50 ha und mittlerer Tiefe < 10 m (Ausnahme: Blankensee mit 23 ha). **Erläuterung:**: Die untersuchten 14 Seen setzen sich aus 7 Seen, Los 1+2 2017, und 7 weiteren Flachseen früherer Jahre zusammen..... 94
- Abb. 40: Reihung der 14 betrachteten Seen hinsichtlich Gesamtphosphor (**unten**) und Chl.a (**oben**). Von jedem See ist die Verteilung der Werte im Zeitraum Mai-Oktober über jeweils 2 bis 4 Jahre als boxplot dargestellt. **Rot: Seen 2017, Los 2.** Box– 25/75 Perzentile mit Median (Querstrich). Whisker (Vertikallinie) – 5/95 Perzentile und Min/Max-Werte (Punkte). **Abkürzungen:** Seg = Gr. Segeberger See, Ahr = Ahrensee, Bla = Blankensee, Dob = Dobersdorfer See, Lan = Langsee, Bist = Bistensee, Sank = Sankelmarker See, Wes_t = Westensee-tiefste Stelle. Pass = Passader See, Witt = Wittensee, Sten = Stendorfer See, Seed = Seedorfer See, Hemm = Hemmelmarker See. 95
- Abb. 41: Reihung der 14 betrachteten Seen hinsichtlich der 3 wichtigen Algengruppen. Von jedem See ist jeweils der Zeitraum Mai-Oktober über 2 bis 4 Jahre als boxplot dargestellt. **Rot: Seen 2017, Los 2.** Die Seen sind wie in Abb. 40 nach dem Gesamtphosphor (Median), aufsteigend, sortiert (unterschiedliche Skalierung!): Box– 25/75 Perzentile mit Median (Querstrich). Whisker (Vertikallinie) – 5/95 Perzentile und Min/Max-Werte

(Punkte). **Abkürzungen:** Seg = Gr. Segeberger See, Ahr = Ahrensee, Bla = Blankensee, Dob = Dobersdorfer See, Lan = Langsee, Bist = Bistensee, Sank = Sankelmarker See, Wes_t = Westensee-tiefste Stelle. Pass = Passader See, Witt = Wittensee, Sten = Stendorfer See, Seed = Seedorfer See, Hemm = Hemmelmarker See. 96

Abb. 42: Reihung von 7 der 14 betrachteten Seen hinsichtlich des Biovolumens verschiedener Taxa-(gruppen). Von jedem See ist jeweils der Zeitraum Mai-Oktober über 2 bis 4 Jahre als boxplot dargestellt: Box– 25/75 Perzentile mit Median (Querstrich). Whisker (Vertikallinie) – 5/95 Perzentile und Min/Max-Werte (Punkte). Die Seen sind nach dem Median für Gesamtphosphor sortiert.- **Abkürzungen:** Nost=Nostocales, Cerat=*Ceratium*, Micro=*Microcystis*, Oscill=Oscillatoriales, Bacill=Bacillariophyceen. 98

Abb. 43: Reihung aller 14 betrachteten Seen hinsichtlich des Quotienten Z_{eu}/Z_{mix} als Maß für die Lichtverfügbarkeit. Von jedem See ist jeweils der Zeitraum Mai-Oktober über 3 oder 4 Jahre als boxplot dargestellt. **Rot: Seen 2017, Los 2.** Box– 25/75 Perzentile mit Median (Querstrich). Whisker (Vertikallinie) – 5/95 Perzentile und Min/Max-Werte (Punkte). **Abkürzungen:** Seg = Gr. Segeberger See, Ahr = Ahrensee, Bla = Blankensee, Dob = Dobersdorfer See, Lan = Langsee, Bist = Bistensee, Sank = Sankelmarker See, Wes_t = Westensee-tiefste Stelle. Pass = Passader See, Witt = Wittensee, Sten = Stendorfer See, Seed = Seedorfer See, Hemm = Hemmelmarker See. 99

Abb. 44: Verteilung des Biovolumens verschiedener Taxa-(gruppen) vom Blankensee. Es sind die Jahre 2013-15 und 2017 (Mai-Oktober) ausgewertet. Die Darstellung erfolgt in einem Boxplot: Box– 25/75 Perzentile mit Median (Querstrich). Whisker (Vertikallinie) – 5/95 Perzentile und Min/Max-Werte (Punkte). Die Seen sind nach dem Median für Gesamtphosphor sortiert.- **Abkürzungen:** Nost=Nostocales, Cerat=*Ceratium*, Micro=*Microcystis*, Oscill=Oscillatoriales, Chloro=Chlorophyceen..... 100

Abb. 45: Verteilung des Biovolumens verschiedener Taxa-(gruppen) vom Gr. Segeberger See und Ahrensee. Es sind jeweils 3 Jahre (Mai-Oktober) ausgewertet. Die Darstellung erfolgt in einem Boxplot: Box– 25/75 Perzentile mit Median (Querstrich). Whisker (Vertikallinie) – 5/95 Perzentile und Min/Max-Werte (Punkte). Die Seen sind nach dem Median für Gesamtphosphor sortiert.- **Abkürzungen:** Nost=Nostocales, Cerat=*Ceratium*, Micro=*Microcystis*, Oscill=Oscillatoriales, Chloro=Chlorophyceen..... 101

Abb. 46: Verteilung des Biovolumens verschiedener Taxa-(gruppen) vom Seedorfer See und Hemmelmarker See. Es sind jeweils 2 Jahre (Mai-Oktober) ausgewertet. Die Darstellung erfolgt in einem Boxplot: Box– 25/75 Perzentile mit Median (Querstrich). Whisker (Vertikallinie) – 5/95

Perzentile und Min/Max-Werte (Punkte). Die Seen sind nach dem Median für Gesamtphosphor sortiert.- **Abkürzungen:** Nost=Nostocales, Cerat=*Ceratium*, Micro=*Microcystis*, Oscill=Oscillatoriales, Bacill=Bacillariophyceen 101

Abb. 47: Verteilung des Biovolumens verschiedener Taxa-(gruppen) vom Wittensee und Windebyer Noor. Es sind jeweils 2 Jahre (Mai-Oktober) ausgewertet. Die Darstellung erfolgt in einem Boxplot: Box– 25/75 Perzentile mit Median (Querstrich). Whisker (Vertikallinie) – 5/95 Perzentile und Min/Max-Werte (Punkte). Die Seen sind nach dem Median für Gesamtphosphor sortiert.- **Abkürzungen:** Nost=Nostocales, Cerat=*Ceratium*, Micro=*Microcystis*, Oscill=Oscillatoriales..... 102

Abb. 48: Biovolumen aller nostocaler Blaualgen der 14 betrachteten Seen (38 Seejahre) in Beziehung zum Quotienten DIN/TP, einmal mit DIN > 100 µg/l (n=19) und einmal mit DIN < 100 µg/l (n=45). Es sind nur Nostocales aufgetragen, die je Probe in der Summe ein Biovolumen $\geq 0,1 \text{ mm}^3/\text{l}$ aufweisen (betrachteter Zeitraum: Mai-Oktober). Die Gesamtzahl der betrachteten Proben beträgt 208.- **Erläuterung:** DIN = gelöster anorganischer N... 104

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</p>	<p>Aqualytis</p> <p>Dr. Ute Michels Karl-Marx-Straße 119 15745 Wildau (03375) 246366</p> <p>utemichels@aqualytis.com</p>	<p>Büro für Gewässerökologie</p> <p>apl. Prof. Dr. Gerhard Maier Brucknerstr. 23 89 250 Senden Tel. 07307 9550762</p> <p>gmaier-senden@t-online.de</p>
---	---	--

11 Anhang

11.1 Messstellen, Probenahmetermine und -tiefen der Phytopl.Proben

(2017, Los 2)

MS-Nr	M_Name	DATUM	TIEFE (0 - x m)	Misch- probe
129133	Bistensee, tiefste Stelle	07.03.17	6	ja
129133	Bistensee, tiefste Stelle	11.04.17	6	ja
129133	Bistensee, tiefste Stelle	16.05.17	6	ja
129133	Bistensee, tiefste Stelle	20.06.17	6	ja
129133	Bistensee, tiefste Stelle	25.07.17	6	ja
129133	Bistensee, tiefste Stelle	29.08.17	6	ja
129133	Bistensee, tiefste Stelle	10.10.17	6	ja
129219	Blankensee, tiefste Stelle	06.03.17	1,5	ja
129219	Blankensee, tiefste Stelle	10.04.17	1,5	ja
129219	Blankensee, tiefste Stelle	15.05.17	1,5	ja
129219	Blankensee, tiefste Stelle	19.06.17	1,5	ja
129219	Blankensee, tiefste Stelle	24.07.17	1,5	ja
129219	Blankensee, tiefste Stelle	28.08.17	1,5	ja
129219	Blankensee, tiefste Stelle	09.10.17	1,5	ja
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	07.03.17	6	ja
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	11.04.17	6	ja
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	16.05.17	6	ja
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	20.06.17	6	ja
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	25.07.17	6	ja
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	29.08.17	6	ja
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	10.10.17	6	ja
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	07.03.17	6	ja
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	11.04.17	6	ja
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	16.05.17	6	ja
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	20.06.17	6	ja
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	25.07.17	6	ja
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	29.08.17	6	ja
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	10.10.17	6	ja
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	06.03.17	6	ja
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	10.04.17	6	ja
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	15.05.17	6	ja
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	19.06.17	6	ja
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	24.07.17	6	ja
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	28.08.17	6	ja

MS-Nr	M_Name	DATUM	TIEFE (0 - x m)	Misch- probe
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	09.10.17	6	ja
129017	Westensee; Messstelle vor Wrohe	08.03.17	6	ja
129017	Westensee; Messstelle vor Wrohe	12.04.17	6	ja
129017	Westensee; Messstelle vor Wrohe	17.05.17	6	ja
129017	Westensee; Messstelle vor Wrohe	21.06.17	6	ja
129017	Westensee; Messstelle vor Wrohe	26.07.17	6	ja
129017	Westensee; Messstelle vor Wrohe	30.08.17	6	ja
129017	Westensee; Messstelle vor Wrohe	11.10.17	6	ja
129018	Westensee, tiefste Stelle	08.03.17	6	ja
129018	Westensee, tiefste Stelle	12.04.17	6	ja
129018	Westensee, tiefste Stelle	17.05.17	6	ja
129018	Westensee, tiefste Stelle	21.06.17	6	ja
129018	Westensee, tiefste Stelle	26.07.17	6	ja
129018	Westensee, tiefste Stelle	30.08.17	6	ja
129018	Westensee, tiefste Stelle	11.10.17	6	ja

11.2 Messstellen, Probenahmeterminale und -tiefen der Zoopl.Proben

2017, Los 2

MS-Nr	Gewässername	Datum	Prob-Meth.	Netzzug-länge (m)	Prob-Vol. (Liter)
129133	Bistensee	07.03.2017	N	0-13 m	102,1
129133	Bistensee	11.04.2017	N	0-13 m	102,1
129133	Bistensee	16.05.2017	N	0-13 m	102,1
129133	Bistensee	20.06.2017	N	0-13 m	102,1
129133	Bistensee	25.07.2017	N	0-13 m	102,1
129133	Bistensee	29.08.2017	N	0-13 m	102,1
129133	Bistensee	10.10.2017	N	0-13 m	102,1
129162	Langsee	07.03.2017	N	0-12 m	94,2
129162	Langsee	11.04.2017	N	0-12 m	94,2
129162	Langsee	16.05.2017	N	0-12 m	94,2
129162	Langsee	20.06.2017	N	0-12 m	94,2
129162	Langsee	25.07.2017	N	0-12 m	94,2
129162	Langsee	29.08.2017	N	0-12 m	94,2
129162	Langsee	10.10.2017	N	0-12 m	94,2
129161	Sankelmarker See	07.03.2017	N	0-10 m	78,5
129161	Sankelmarker See	11.04.2017	N	0-10 m	78,5
129161	Sankelmarker See	16.05.2017	N	0-10 m	78,5
129161	Sankelmarker See	20.06.2017	N	0-10 m	78,5
129161	Sankelmarker See	25.07.2017	N	0-10 m	78,5
129161	Sankelmarker See	29.08.2017	N	0-10 m	78,5
129161	Sankelmarker See	10.10.2017	N	0-10 m	78,5

MS-Nr	Gewässername	Datum	Prob-Meth.	Netzzug-länge (m)	Prob-Vol. (Liter)
129175	Stendorfer See	06.03.2017	N	0-6 m	47,1
129175	Stendorfer See	10.04.2017	N	0-6 m	47,1
129175	Stendorfer See	15.05.2017	N	0-6 m	47,1
129175	Stendorfer See	19.06.2017	N	0-6 m	47,1
129175	Stendorfer See	24.07.2017	N	0-6 m	47,1
129175	Stendorfer See	28.08.2017	N	0-6 m	47,1
129175	Stendorfer See	09.10.2017	N	0-6 m	47,1
129219	Blankensee	06.03.2017	S	0,5m, 1m, 1,5m 3 x	30
129219	Blankensee	10.04.2017	S	0,5m, 1m, 1,5m	30
129219	Blankensee	15.05.2017	S	0,5m, 1m, 1,5m	30
129219	Blankensee	19.06.2017	S	0,5m, 1m, 1,5m	30
129219	Blankensee	24.07.2017	S	0,5m, 1m, 1,5m	30
129219	Blankensee	28.08.2017	S	1m, 1,5m, 2m, 2,5m	30
129219	Blankensee	09.10.2017	S	0,5m, 1m, 1,5m	30
129018	Westensee tiefste Stelle	08.03.2017	N	0-16 m	125,6
129018	Westensee tiefste Stelle	12.04.2017	N	0-16 m	125,6
129018	Westensee tiefste Stelle	17.05.2017	N	0-16 m	125,6
129018	Westensee tiefste Stelle	21.06.2017	N	0-16 m	125,6
129018	Westensee tiefste Stelle	26.07.2017	N	0-16 m	125,6
129018	Westensee tiefste Stelle	30.08.2017	N	0-16 m	125,6
129018	Westensee tiefste Stelle	11.10.2017	N	0-16 m	125,6
129017	Westensee vor Wrohe	08.03.2017	N	0-13 m	102,1
129017	Westensee vor Wrohe	12.04.2017	N	0-13 m	102,1
129017	Westensee vor Wrohe	17.05.2017	N	0-13 m	102,1
129017	Westensee vor Wrohe	21.06.2017	N	0-13 m	102,1
129017	Westensee vor Wrohe	26.07.2017	N	0-13 m	102,1
129017	Westensee vor Wrohe	30.08.2017	N	0-13 m	102,1
129017	Westensee vor Wrohe	11.10.2017	N	0-13 m	102,1

Abkürzungen: N = Netzzug, s = Schöpfproben

11.3 Artenlisten Phytoplankton incl. Pelagialdiatomeen (Seen 2017, Los 2)

(Seen 2017, Los 2) (Sortierung je See nach Großgruppen):- **Bem.:** Westensee: beide Becken zusammen

M_Name1	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	Algenklasse
Bistensee	72	6050	Asterionella formosa	Hassall	Bacillariophyceae
Bistensee	83	6797	Aulacoseira	Thwaites	Bacillariophyceae
Bistensee	78	6785	Aulacoseira granulata	(Ehrenberg) Simonsen	Bacillariophyceae
Bistensee	81	6907	Aulacoseira islandica	(O.Müller) Simonsen	Bacillariophyceae
Bistensee	84	6788	Aulacoseira subarctica	(O.Müller) Haworth	Bacillariophyceae
Bistensee	1260	16791	Cyclostephanos delicatus	(Genkal) Casper & Scheffler	Bacillariophyceae
Bistensee	247	6943	Cyclostephanos dubius	(Hustedt) Round	Bacillariophyceae
Bistensee	248	6177	Cyclostephanos invisitatus	(M.H.Hohn & Hellebrand) Theriot, Stoermer & Håkansson	Bacillariophyceae
Bistensee	3002	36000	Cyclotella balatonis	PANTOCSEK	Bacillariophyceae
Bistensee	283	6210	Diatoma tenuis	C.Agardh	Bacillariophyceae

M_Name1	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	Algenklasse
Bistensee	262	26895	Discostella pseudostelligera	(Hustedt) Houk & Klee	Bacillariophyceae
Bistensee	336	16570	Fragilaria capucina	Desmazières	Bacillariophyceae
Bistensee	446	6005	Melosira varians	C.Agardh	Bacillariophyceae
Bistensee	506	6972	Nitzschia	Hassall	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 neoastraea	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	Chlorophyceae
Bistensee	50	7130	Ankyra lanceolata	(Korshikov) Fott	Chlorophyceae
Bistensee	100	7949	Carteria	Diesing em. Francé	Chlorophyceae
Bistensee	117	7021	Chlamydomonas	Ehrenberg	Chlorophyceae
Bistensee	179	7813	Coelastrum astroideum	De Notaris	Chlorophyceae
Bistensee	290	7939	Dictyosphaerium	Nägeli	Chlorophyceae
Bistensee	#NV	#NV	Eutetramorus / Sphaerocystis	#NV	Chlorophyceae
Bistensee	517	7250	Oocystis	A.Braun	Chlorophyceae
Bistensee	515	7871	Oocystis marssonii	Lemmermann	Chlorophyceae
Bistensee	534	7055	Pediastrum boryanum	(Turpin) Meneghini	Chlorophyceae
Bistensee	535	7056	Pediastrum duplex	Meyen	Chlorophyceae
Bistensee	541	7058	Pediastrum tetras	(Ehrenberg) Ralfs	Chlorophyceae
Bistensee	606	7897	Pseudosphaerocystis lacustris	(Lemmermann) Nováková	Chlorophyceae
Bistensee	676	7892	Scenedesmus	Meyen	Chlorophyceae
Bistensee	740	7803	Synura	Ehrenberg	Chrysophyceae
Bistensee	161	7356	Closterium acutum var. variabile	(Lemmermann) Willi Krieger	Conjugatophyceae
Bistensee	168	7068	Closterium limneticum	Lemmermann	Conjugatophyceae
Bistensee	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Bistensee	237	7032	Cryptomonas 35-40µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Bistensee	220	7398	Cryptomonas curvata	Ehrenberg em. Penard	Cryptophyceae
Bistensee	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Cryptophyceae
Bistensee	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Bistensee	627	7894	Rhodomonas lens	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Bistensee	17	8072	Anabaena circinalis	Rabenhorst ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria

M_Name1	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	Algenklasse
Bistensee	19	8856	Anabaena crassa	(Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg	Cyanobacteria
Bistensee	21	8032	Anabaena flos-aquae	Brébisson ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Bistensee	859	8853	Anabaena mendotae	Trelease	Cyanobacteria
Bistensee	28	8851	Anabaena sigmaidea	Nygaard	Cyanobacteria
Bistensee	54	8031	Aphanizomenon flos-aquae	(Linnaeus) Ralfs ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Bistensee	55	8096	Aphanizomenon gracile	Lemmermann	Cyanobacteria
Bistensee	64	8873	Aphanocapsa	Nägeli	Cyanobacteria
Bistensee	187	8115	Coelosphaerium kuetzingianum	Nägeli	Cyanobacteria
Bistensee	459	8024	Microcystis	Kützing ex Lemmermann	Cyanobacteria
Bistensee	452	8153	Microcystis aeruginosa	Kützing	Cyanobacteria
Bistensee	455	8912	Microcystis flos-aquae	(Wittrock) Kirchner	Cyanobacteria
Bistensee	1632	8800	Microcystis ichthyoblabe	(Kunze) Kütz.	Cyanobacteria
Bistensee	458	8821	Microcystis novacekii	(Komárek) Compère	Cyanobacteria
Bistensee	462	8710	Microcystis wesenbergii	(Komárek) Komárek	Cyanobacteria
Bistensee	584	8438	Planktothrix agardhii	(Gomont) Anagnostidis & Komárek	Cyanobacteria
Bistensee	596	8206	Pseudanabaena limnetica	(Lemmermann) Komárek	Cyanobacteria
Bistensee	963	8076	Romeria	Koczwara in Geitler	Cyanobacteria
Bistensee	104	7239	Ceratium hirundinella	(O.F.Müller) Dujardin	Dinophyceae
Bistensee	1289	17250	Diplopsalis	Bergh	Dinophyceae
Bistensee	546	17300	Peridiniopsis polonicum	(Wołoszyńska) Bourrelly	Dinophyceae
Bistensee	557	7077	Peridinium klein (<25µm)	Ehrenberg	Dinophyceae
Bistensee	853	17098	Woloszynskia	R.H.Thompson	Dinophyceae
Bistensee	143	7211	Chrysochromulina parva	Lackey	Haptophyceae
Bistensee	311	7198	Elakatothrix gelatinosa	Wille	Ulvophyceae
Blankensee	83	6797	Aulacoseira	Thwaites	Bacillariophyceae
Blankensee	283	6210	Diatoma tenuis	C.Agardh	Bacillariophyceae
Blankensee	336	16570	Fragilaria capucina	Desmazières	Bacillariophyceae
Blankensee	352	16658	Fragilaria ulna var. ulna	(Nitzsch) Lange- Bertalot	Bacillariophyceae
Blankensee	835	6789	Zentrale Diatomeen 25- 30µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Blankensee	48	7202	Ankyra ancora	(G.M.Smith) Fott	Chlorophyceae
Blankensee	49	7844	Ankyra judayi	(G.M.Smith) Fott	Chlorophyceae
Blankensee	50	7130	Ankyra lanceolata	(Korshikov) Fott	Chlorophyceae
Blankensee	155	7789	Closteriopsis acicularis	(G.M.Smith) Belcher & Swale	Chlorophyceae
Blankensee	179	7813	Coelastrum astroideum	De Notaris	Chlorophyceae
Blankensee	515	7871	Oocystis marssonii	Lemmermann	Chlorophyceae
Blankensee	534	7055	Pediastrum boryanum	(Turpin) Meneghini	Chlorophyceae
Blankensee	535	7056	Pediastrum duplex	Meyen	Chlorophyceae
Blankensee	538	7830	Pediastrum kawraiskyi	Schmidle	Chlorophyceae
Blankensee	541	7058	Pediastrum tetras	(Ehrenberg) Ralfs	Chlorophyceae
Blankensee	582	7898	Planktosphaeria gelatinosa	G.M.Smith	Chlorophyceae
Blankensee	676	7892	Scenedesmus	Meyen	Chlorophyceae

M_Name1	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	Algenklasse
Blankensee	667	7086	Scenedesmus opoliensis	P.G.Richter	Chlorophyceae
Blankensee	669	7010	Scenedesmus quadricauda	(Turpin) Brébisson sensu Chodat	Chlorophyceae
Blankensee	748	7279	Tetraedron caudatum	(Corda) Hansgirg	Chlorophyceae
Blankensee	751	7281	Tetraedron minimum	(A.Braun) Hansgirg	Chlorophyceae
Blankensee	812	7027	Volvox aureus	Ehrenberg	Chlorophyceae
Blankensee	296	7925	Dinobryon bavaricum	Imhof	Chrysophyceae
Blankensee	299	7937	Dinobryon divergens	Imhof	Chrysophyceae
Blankensee	303	7884	Dinobryon sociale	Ehrenberg	Chrysophyceae
Blankensee	438	7308	Mallomonas akrokomos	Ruttner in Pascher	Chrysophyceae
Blankensee	439	7149	Mallomonas caudata	Iwanoff em. Willi Krieger	Chrysophyceae
Blankensee	168	7068	Closterium limneticum	Lemmermann	Conjugatophyceae
Blankensee	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Blankensee	237	7032	Cryptomonas 35-40µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Blankensee	220	7398	Cryptomonas curvata	Ehrenberg em. Penard	Cryptophyceae
Blankensee	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Cryptophyceae
Blankensee	223	7926	Cryptomonas marssonii	Skuja	Cryptophyceae
Blankensee	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Blankensee	19	8856	Anabaena crassa	(Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg	Cyanobacteria
Blankensee	24	8855	Anabaena lemmermannii	P.G.Richter in Lemmermann	Cyanobacteria
Blankensee	859	8853	Anabaena mendotae	Trelease	Cyanobacteria
Blankensee	432	8434	Limnothrix redekei	(Goor) M.E.Meffert	Cyanobacteria
Blankensee	448	8025	Merismopedia	Meyen	Cyanobacteria
Blankensee	459	8024	Microcystis	Kützing ex Lemmermann	Cyanobacteria
Blankensee	452	8153	Microcystis aeruginosa	Kützing	Cyanobacteria
Blankensee	462	8710	Microcystis wesenbergii	(Komárek) Komárek	Cyanobacteria
Blankensee	104	7239	Ceratium hirundinella	(O.F.Müller) Dujardin	Dinophyceae
Blankensee	1289	17250	Diplopsalis	Bergh	Dinophyceae
Blankensee	555	7077	Peridinium	Ehrenberg	Dinophyceae
Blankensee	557	7077	Peridinium klein (<25µm)	Ehrenberg	Dinophyceae
Blankensee	326	7016	Euglena	Ehrenberg	Euglenophyceae
Blankensee	568	7997	Phacus pyrum	(Ehrenberg) F.Stein	Euglenophyceae
Langsee, SL	72	6050	Asterionella formosa	Hassall	Bacillariophyceae
Langsee, SL	83	6797	Aulacoseira	Thwaites	Bacillariophyceae
Langsee, SL	75	6798	Aulacoseira ambigua	(Grunow) Simonsen	Bacillariophyceae
Langsee, SL	78	6785	Aulacoseira granulata	(Ehrenberg) Simonsen	Bacillariophyceae
Langsee, SL	84	6788	Aulacoseira subarctica	(O.Müller) Haworth	Bacillariophyceae
Langsee, SL	1260	16791	Cyclostephanos delicatus	(Genkal) Casper & Scheffler	Bacillariophyceae
Langsee, SL	247	6943	Cyclostephanos dubius	(Hustedt) Round	Bacillariophyceae
Langsee, SL	248	6177	Cyclostephanos invisitatus	(M.H.Hohn & Hellerman) Theriot, Stoermer & Håkansson	Bacillariophyceae
Langsee, SL	3002	36000	Cyclotella balatonis	PANTOCSEK	Bacillariophyceae
Langsee, SL	262	26895	Discostella pseudostelligera	(Hustedt) Houk & Klee	Bacillariophyceae
Langsee, SL	351	26389	Fragilaria acus	(Kützing) Lange- Bertalot	Bacillariophyceae

M_Name1	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	Algenklasse
Langsee, SL	336	16570	Fragilaria capucina	Desmazières	Bacillariophyceae
Langsee, SL	349	6410	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	sensu Krammer & Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Langsee, SL	446	6005	Melosira varians	C.Agardh	Bacillariophyceae
Langsee, SL	717	6795	Stephanodiscus alpinus	Hustedt	Bacillariophyceae
Langsee, SL	721	6009	Stephanodiscus hantzschii	Grunow	Bacillariophyceae
Langsee, SL	723	6226	Stephanodiscus minutulus	(Kützing) Cleve & Moeller	Bacillariophyceae
Langsee, SL	725	6796	Stephanodiscus neoastraea	Håkansson & B.Hickel	Bacillariophyceae
Langsee, SL	833	6789	Zentrale Diatomeen 15- 20µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Langsee, SL	834	6789	Zentrale Diatomeen 20- 25µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Langsee, SL	835	6789	Zentrale Diatomeen 25- 30µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Langsee, SL	117	7021	Chlamydomonas	Ehrenberg	Chlorophyceae
Langsee, SL	179	7813	Coelastrum astroideum	De Notaris	Chlorophyceae
Langsee, SL	422	7210	Lagerheimia genevensis	Chodat	Chlorophyceae
Langsee, SL	471	7913	Monoraphidium komarkovae	Nygaard	Chlorophyceae
Langsee, SL	517	7250	Oocystis	A.Braun	Chlorophyceae
Langsee, SL	534	7055	Pediastrum boryanum	(Turpin) Meneghini	Chlorophyceae
Langsee, SL	535	7056	Pediastrum duplex	Meyen	Chlorophyceae
Langsee, SL	676	7892	Scenedesmus	Meyen	Chlorophyceae
Langsee, SL	439	7149	Mallomonas caudata	Iwanoff em. Willi Krieger	Chrysophyceae
Langsee, SL	811	7290	Uroglena	Ehrenberg	Chrysophyceae
Langsee, SL	160	17153	Closterium acutum var. linea	(Perty) W. & G.S.West	Conjugatophyceae
Langsee, SL	161	7356	Closterium acutum var. variabile	(Lemmermann) Willi Krieger	Conjugatophyceae
Langsee, SL	712	7064	Staurastrum	Meyen ex Ralfs	Conjugatophyceae
Langsee, SL	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Langsee, SL	237	7032	Cryptomonas 35-40µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Langsee, SL	220	7398	Cryptomonas curvata	Ehrenberg em. Penard	Cryptophyceae
Langsee, SL	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Cryptophyceae
Langsee, SL	223	7926	Cryptomonas marssonii	Skuja	Cryptophyceae
Langsee, SL	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Langsee, SL	627	7894	Rhodomonas lens	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Langsee, SL	19	8856	Anabaena crassa	(Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg	Cyanobacteria
Langsee, SL	21	8032	Anabaena flos-aquae	Brébisson ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Langsee, SL	24	8855	Anabaena lemmermannii	P.G.Richter in Lemmermann	Cyanobacteria
Langsee, SL	859	8853	Anabaena mendotae	Trelease	Cyanobacteria
Langsee, SL	54	8031	Aphanizomenon flos-aquae	(Linnaeus) Ralfs ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Langsee, SL	56	8845	Aphanizomenon issatschenkoi	(Usacev) Proshkina- Lavrenko	Cyanobacteria

M_Name1	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	Algenklasse
Langsee, SL	459	8024	Microcystis	Kützing ex Lemmermann	Cyanobacteria
Langsee, SL	452	8153	Microcystis aeruginosa	Kützing	Cyanobacteria
Langsee, SL	454	8181	Microcystis firma	(Kützing) Schmidle	Cyanobacteria
Langsee, SL	455	8912	Microcystis flos-aquae	(Wittrock) Kirchner	Cyanobacteria
Langsee, SL	460	8536	Microcystis viridis	(A.Braun) Lemmermann	Cyanobacteria
Langsee, SL	462	8710	Microcystis wesenbergii	(Komárek) Komárek	Cyanobacteria
Langsee, SL	580	8818	Planktolynghya limnetica	(Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg	Cyanobacteria
Langsee, SL	596	8206	Pseudanabaena limnetica	(Lemmermann) Komárek	Cyanobacteria
Langsee, SL	821	8189	Woronichinia naegeliana	(Unger) Elenkin	Cyanobacteria
Langsee, SL	104	7239	Ceratium hirundinella	(O.F.Müller) Dujardin	Dinophyceae
Langsee, SL	1289	17250	Diplopsalis	Bergh	Dinophyceae
Langsee, SL	390	7512	Gymnodinium	F.Stein	Dinophyceae
Langsee, SL	311	7198	Elakatothrix gelatinosa	Wille	Ulvoephyceae
Sankelmarker See	7	16151	Actinocyclus normanii	(Gregory) Hustedt	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	72	6050	Asterionella formosa	Hassall	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	83	6797	Aulacoseira	Thwaites	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	75	6798	Aulacoseira ambigua	(Grunow) Simonsen	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	78	6785	Aulacoseira granulata	(Ehrenberg) Simonsen	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	84	6788	Aulacoseira subarctica	(O.Müller) Haworth	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	1260	16791	Cyclostephanos delicatus	(Genkal) Casper & Scheffler	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	247	6943	Cyclostephanos dubius	(Hustedt) Round	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	265	6146	Cyclotella	(Kützing) Brébisson	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	3002	36000	Cyclotella balatonis	PANTOCSEK	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	261	6936	Cyclotella ocellata	Pantocsek	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	262	26895	Discostella pseudostelligera	(Hustedt) Houk & Klee	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	336	16570	Fragilaria capucina	Desmazières	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	342	6075	Fragilaria crotonensis	Kitton	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	352	16658	Fragilaria ulna var. ulna	(Nitzsch) Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	446	6005	Melosira varians	C.Agardh	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	506	6972	Nitzschia	Hassall	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	494	16856	Nitzschia acicularis - Formenkreis	sensu DV 16856	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	717	6795	Stephanodiscus alpinus	Hustedt	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	721	6009	Stephanodiscus hantzschii	Grunow	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	723	6226	Stephanodiscus minutulus	(Kützing) Cleve & Moeller	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	725	6796	Stephanodiscus neoastraea	Håkansson & B.Hickel	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	825	6789	Zentrale Diatomeen <5µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	829	6789	Zentrale Diatomeen 10- 15µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	833	6789	Zentrale Diatomeen 15- 20µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	834	6789	Zentrale Diatomeen 20- 25µm	G.Karsten	Bacillariophyceae

M_Name1	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	Algenklasse
Sankelmarker See	835	6789	Zentrale Diatomeen 25-30µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	840	6789	Zentrale Diatomeen 5-10µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Sankelmarker See	49	7844	Ankyra judayi	(G.M.Smith) Fott	Chlorophyceae
Sankelmarker See	50	7130	Ankyra lanceolata	(Korshikov) Fott	Chlorophyceae
Sankelmarker See	179	7813	Coelastrum astroideum	De Notaris	Chlorophyceae
Sankelmarker See	515	7871	Oocystis marssonii	Lemmermann	Chlorophyceae
Sankelmarker See	535	7056	Pediastrum duplex	Meyen	Chlorophyceae
Sankelmarker See	582	7898	Planktosphaeria gelatinosa	G.M.Smith	Chlorophyceae
Sankelmarker See	639	7049	Scenedesmus acuminatus	(Lagerheim) Chodat	Chlorophyceae
Sankelmarker See	669	7010	Scenedesmus quadricauda	(Turpin) Brébisson sensu Chodat	Chlorophyceae
Sankelmarker See	443	7306	Mallomonas	Perty	Chrysophyceae
Sankelmarker See	438	7308	Mallomonas akrokomos	Ruttner in Pascher	Chrysophyceae
Sankelmarker See	439	7149	Mallomonas caudata	Iwanoff em. Willi Krieger	Chrysophyceae
Sankelmarker See	740	7803	Synura	Ehrenberg	Chrysophyceae
Sankelmarker See	161	7356	Closterium acutum var. variable	(Lemmermann) Willi Krieger	Conjugatophyceae
Sankelmarker See	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Sankelmarker See	237	7032	Cryptomonas 35-40µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Sankelmarker See	220	7398	Cryptomonas curvata	Ehrenberg em. Penard	Cryptophyceae
Sankelmarker See	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Cryptophyceae
Sankelmarker See	223	7926	Cryptomonas marssonii	Skuja	Cryptophyceae
Sankelmarker See	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Sankelmarker See	627	7894	Rhodomonas lens	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Sankelmarker See	19	8856	Anabaena crassa	(Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg	Cyanobacteria
Sankelmarker See	21	8032	Anabaena flos-aquae	Brébisson ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Sankelmarker See	859	8853	Anabaena mendotae	Trelease	Cyanobacteria
Sankelmarker See	54	8031	Aphanizomenon flos-aquae	(Linnaeus) Ralfs ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Sankelmarker See	459	8024	Microcystis	Kützing ex Lemmermann	Cyanobacteria
Sankelmarker See	452	8153	Microcystis aeruginosa	Kützing	Cyanobacteria
Sankelmarker See	455	8912	Microcystis flos-aquae	(Wittrock) Kirchner	Cyanobacteria
Sankelmarker See	462	8710	Microcystis wesenbergii	(Komárek) Komárek	Cyanobacteria
Sankelmarker See	821	8189	Woronichinia naegeliana	(Unger) Elenkin	Cyanobacteria
Sankelmarker See	103	17099	Ceratium furcoides	(Levander) Langhans	Dinophyceae
Sankelmarker See	104	7239	Ceratium hirundinella	(O.F.Müller) Dujardin	Dinophyceae
Stendorfer See	72	6050	Asterionella formosa	Hassall	Bacillariophyceae
Stendorfer See	83	6797	Aulacoseira	Thwaites	Bacillariophyceae
Stendorfer See	75	6798	Aulacoseira ambigua	(Grunow) Simonsen	Bacillariophyceae
Stendorfer See	78	6785	Aulacoseira granulata	(Ehrenberg) Simonsen	Bacillariophyceae
Stendorfer See	1260	16791	Cyclostephanos delicatus	(Genkal) Casper & Scheffler	Bacillariophyceae
Stendorfer See	247	6943	Cyclostephanos dubius	(Hustedt) Round	Bacillariophyceae
Stendorfer See	3002	36000	Cyclotella balatonis	PANTOCSEK	Bacillariophyceae

M_Name1	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	Algenklasse
Stendorfer See	260	6002	Cyclotella meneghiniana	Kützing	Bacillariophyceae
Stendorfer See	347	6161	Fragilaria	Lyngbye	Bacillariophyceae
Stendorfer See	351	26389	Fragilaria acus	(Kützing) Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Stendorfer See	336	16570	Fragilaria capucina	Desmazières	Bacillariophyceae
Stendorfer See	446	6005	Melosira varians	C.Agardh	Bacillariophyceae
Stendorfer See	506	6972	Nitzschia	Hassall	Bacillariophyceae
Stendorfer See	494	16856	Nitzschia acicularis - Formenkreis	sensu DV 16856	Bacillariophyceae
Stendorfer See	721	6009	Stephanodiscus hantzschii	Grunow	Bacillariophyceae
Stendorfer See	723	6226	Stephanodiscus minutulus	(Kützing) Cleve & Moeller	Bacillariophyceae
Stendorfer See	725	6796	Stephanodiscus neoastraea	Håkansson & B.Hickel	Bacillariophyceae
Stendorfer See	829	6789	Zentrale Diatomeen 10- 15µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Stendorfer See	833	6789	Zentrale Diatomeen 15- 20µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Stendorfer See	834	6789	Zentrale Diatomeen 20- 25µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Stendorfer See	835	6789	Zentrale Diatomeen 25- 30µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Stendorfer See	840	6789	Zentrale Diatomeen 5-10µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Stendorfer See	48	7202	Ankyra ancora	(G.M.Smith) Fott	Chlorophyceae
Stendorfer See	50	7130	Ankyra lanceolata	(Korshikov) Fott	Chlorophyceae
Stendorfer See	117	7021	Chlamydomonas	Ehrenberg	Chlorophyceae
Stendorfer See	179	7813	Coelastrum astroideum	De Notaris	Chlorophyceae
Stendorfer See	181	7023	Coelastrum microporum	Nägeli in A.Braun	Chlorophyceae
Stendorfer See	184	7214	Coelastrum reticulatum	(Dangeard) Senn	Chlorophyceae
Stendorfer See	333	0	Eutetramorus/Sphaerocystis		Chlorophyceae
Stendorfer See	467	7317	Monoraphidium circinale	(Nygaard) Nygaard	Chlorophyceae
Stendorfer See	469	7090	Monoraphidium griffithii	(M.J.Berkeley) Komárková-Legnerová	Chlorophyceae
Stendorfer See	517	7250	Oocystis	A.Braun	Chlorophyceae
Stendorfer See	513	17224	Oocystis borgei	J.Snow	Chlorophyceae
Stendorfer See	515	7871	Oocystis marssonii	Lemmermann	Chlorophyceae
Stendorfer See	534	7055	Pediastrum boryanum	(Turpin) Meneghini	Chlorophyceae
Stendorfer See	535	7056	Pediastrum duplex	Meyen	Chlorophyceae
Stendorfer See	541	7058	Pediastrum tetras	(Ehrenberg) Ralfs	Chlorophyceae
Stendorfer See	676	7892	Scenedesmus	Meyen	Chlorophyceae
Stendorfer See	667	7086	Scenedesmus opoliensis	P.G.Richter	Chlorophyceae
Stendorfer See	669	7010	Scenedesmus quadricauda	(Turpin) Brébisson sensu Chodat	Chlorophyceae
Stendorfer See	751	7281	Tetraedron minimum	(A.Braun) Hansgirg	Chlorophyceae
Stendorfer See	158	7973	Closterium aciculare	T.West	Conjugatophyceae
Stendorfer See	160	17153	Closterium acutum var. linea	(Perty) W. & G.S.West	Conjugatophyceae
Stendorfer See	161	7356	Closterium acutum var. variabile	(Lemmermann) Willi Krieger	Conjugatophyceae
Stendorfer See	170	7008	Closterium parvulum	Nägeli	Conjugatophyceae

M_Name1	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	Algenklasse
Stendorfer See	705	7373	Staurastrum chaetoceras	(Schröder) G.M.Smith	Conjugatophyceae
Stendorfer See	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Stendorfer See	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Cryptophyceae
Stendorfer See	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Stendorfer See	627	7894	Rhodomonas lens	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Stendorfer See	19	8856	Anabaena crassa	(Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg	Cyanobacteria
Stendorfer See	859	8853	Anabaena mendotae	Trelease	Cyanobacteria
Stendorfer See	54	8031	Aphanizomenon flos-aquae	(Linnaeus) Ralfs ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Stendorfer See	56	8845	Aphanizomenon issatschenkoi	(Usacev) Proshkina- Lavrenko	Cyanobacteria
Stendorfer See	64	8873	Aphanocapsa	Nägeli	Cyanobacteria
Stendorfer See	459	8024	Microcystis	Kützing ex Lemmermann	Cyanobacteria
Stendorfer See	452	8153	Microcystis aeruginosa	Kützing	Cyanobacteria
Stendorfer See	1632	8800	Microcystis ichthyoblabe	(Kunze) Kütz.	Cyanobacteria
Stendorfer See	460	8536	Microcystis viridis	(A.Braun) Lemmermann	Cyanobacteria
Stendorfer See	462	8710	Microcystis wesenbergii	(Komárek) Komárek	Cyanobacteria
Stendorfer See	580	8818	Planktolyngbya limnetica	(Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg	Cyanobacteria
Stendorfer See	596	8206	Pseudanabaena limnetica	(Lemmermann) Komárek	Cyanobacteria
Stendorfer See	821	8189	Woronichinia naegeliana	(Unger) Elenkin	Cyanobacteria
Stendorfer See	103	17099	Ceratium furcoides	(Levander) Langhans	Dinophyceae
Stendorfer See	104	7239	Ceratium hirundinella	(O.F.Müller) Dujardin	Dinophyceae
Stendorfer See	1289	17250	Diplopsalis	Bergh	Dinophyceae
Stendorfer See	546	17300	Peridiniopsis polonicum	(Wołoszyńska) Bourrelly	Dinophyceae
Stendorfer See	557	7077	Peridinium klein (<25µm)	Ehrenberg	Dinophyceae
Stendorfer See	853	17098	Wołoszynskia	R.H.Thompson	Dinophyceae
Stendorfer See	326	7016	Euglena	Ehrenberg	Euglenophyceae
Stendorfer See	998	7041	Euglena oxyuris	Schmarda	Euglenophyceae
Stendorfer See	143	7211	Chrysochromulina parva	Lackey	Haptophyceae
Stendorfer See	311	7198	Elakatothrix gelatinosa	Wille	Ulvophyceae
Stendorfer See	778	7092	Tribonema	Derbes & Solier	Xanthophyceae
Westensee	72	6050	Asterionella formosa	Hassall	Bacillariophyceae
Westensee	83	6797	Aulacoseira	Thwaites	Bacillariophyceae
Westensee	78	6785	Aulacoseira granulata	(Ehrenberg) Simonsen	Bacillariophyceae
Westensee	177	36025	Cocconeis placentula	Ehrenberg	Bacillariophyceae
Westensee	1260	16791	Cyclostephanos delicatus	(Genkal) Casper & Scheffler	Bacillariophyceae
Westensee	247	6943	Cyclostephanos dubius	(Hustedt) Round	Bacillariophyceae
Westensee	248	6177	Cyclostephanos invisitatus	(M.H.Hohn & Hellerman) Theriot, Stoermer & Håkansson	Bacillariophyceae
Westensee	250	6178	Cyclotella atomus	Hustedt	Bacillariophyceae
Westensee	3002	36000	Cyclotella balatonis	PANTOCSEK	Bacillariophyceae
Westensee	261	6936	Cyclotella ocellata	Pantocsek	Bacillariophyceae
Westensee	283	6210	Diatoma tenuis	C.Agardh	Bacillariophyceae

M_Name1	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	Algenklasse
Westensee	262	26895	Discostella pseudostelligera	(Hustedt) Houk & Klee	Bacillariophyceae
Westensee	347	6161	Fragilaria	Lyngbye	Bacillariophyceae
Westensee	351	26389	Fragilaria acus	(Kützing) Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Westensee	336	16570	Fragilaria capucina	Desmazières	Bacillariophyceae
Westensee	342	6075	Fragilaria crotonensis	Kitton	Bacillariophyceae
Westensee	352	16658	Fragilaria ulna var. ulna	(Nitzsch) Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Westensee	446	6005	Melosira varians	C.Agardh	Bacillariophyceae
Westensee	494	16856	Nitzschia acicularis - Formenkreis	sensu DV 16856	Bacillariophyceae
Westensee	721	6009	Stephanodiscus hantzschii	Grunow	Bacillariophyceae
Westensee	725	6796	Stephanodiscus neoastraea	Håkansson & B.Hickel	Bacillariophyceae
Westensee	829	6789	Zentrale Diatomeen 10- 15µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Westensee	833	6789	Zentrale Diatomeen 15- 20µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Westensee	840	6789	Zentrale Diatomeen 5-10µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Westensee	5	7018	Actinastrum hantzschii	Lagerheim	Chlorophyceae
Westensee	50	7130	Ankyra lanceolata	(Korshikov) Fott	Chlorophyceae
Westensee	117	7021	Chlamydomonas	Ehrenberg	Chlorophyceae
Westensee	179	7813	Coelastrum astroideum	De Notaris	Chlorophyceae
Westensee	212	7219	Crucigenia quadrata	Morren	Chlorophyceae
Westensee	469	7090	Monoraphidium griffithii	(M.J.Berkeley) Komárková-Legnerová	Chlorophyceae
Westensee	515	7871	Oocystis marssonii	Lemmermann	Chlorophyceae
Westensee	534	7055	Pediastrum boryanum	(Turpin) Meneghini	Chlorophyceae
Westensee	535	7056	Pediastrum duplex	Meyen	Chlorophyceae
Westensee	582	7898	Planktosphaeria gelatinosa	G.M.Smith	Chlorophyceae
Westensee	639	7049	Scenedesmus acuminatus	(Lagerheim) Chodat	Chlorophyceae
Westensee	667	7086	Scenedesmus opoliensis	P.G.Richter	Chlorophyceae
Westensee	669	7010	Scenedesmus quadricauda	(Turpin) Brébisson sensu Chodat	Chlorophyceae
Westensee	1042	17331	Spermatozopsis exsultans	Korshikov	Chlorophyceae
Westensee	748	7279	Tetraedron caudatum	(Corda) Hansgirg	Chlorophyceae
Westensee	751	7281	Tetraedron minimum	(A.Braun) Hansgirg	Chlorophyceae
Westensee	786	7022	Unbestimmte Chlorococcales	(Marchand) Pascher	Chlorophyceae
Westensee	299	7937	Dinobryon divergens	Imhof	Chrysophyceae
Westensee	438	7308	Mallomonas akrokomos	Ruttner in Pascher	Chrysophyceae
Westensee	811	7290	Uroglena	Ehrenberg	Chrysophyceae
Westensee	161	7356	Closterium acutum var. variabile	(Lemmermann) Willi Krieger	Conjugatophyceae
Westensee	236	7032	Cryptomonas 30-35µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Westensee	237	7032	Cryptomonas 35-40µm	Ehrenberg	Cryptophyceae
Westensee	220	7398	Cryptomonas curvata	Ehrenberg em. Penard	Cryptophyceae
Westensee	222	7032	Cryptomonas erosa/ovata/phaseolus	Ehrenberg	Cryptophyceae

M_Name1	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	Algenklasse
Westensee	628	7868	Rhodomonas lacustris	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Westensee	627	7894	Rhodomonas lens	Pascher & Ruttner	Cryptophyceae
Westensee	31	8020	Anabaena	Bory ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Westensee	17	8072	Anabaena circinalis	Rabenhorst ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Westensee	18	8857	Anabaena compacta	(Nygaard) B.Hickel	Cyanobacteria
Westensee	19	8856	Anabaena crassa	(Lemmermann) Komárková-Legnerová & Cronberg	Cyanobacteria
Westensee	21	8032	Anabaena flos-aquae	Brébisson ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Westensee	24	8855	Anabaena lemmermannii	P.G.Richter in Lemmermann	Cyanobacteria
Westensee	54	8031	Aphanizomenon flos-aquae	(Linnaeus) Ralfs ex Bornet & Flahault	Cyanobacteria
Westensee	56	8845	Aphanizomenon issatschenkoi	(Usacev) Proshkina- Lavrenko	Cyanobacteria
Westensee	246	8835	Cyanodictyon	Pascher	Cyanobacteria
Westensee	452	8153	Microcystis aeruginosa	Kützing	Cyanobacteria
Westensee	454	8181	Microcystis firma	(Kützing) Schmidle	Cyanobacteria
Westensee	460	8536	Microcystis viridis	(A.Braun) Lemmermann	Cyanobacteria
Westensee	462	8710	Microcystis wesenbergii	(Komárek) Komárek	Cyanobacteria
Westensee	596	8206	Pseudanabaena limnetica	(Lemmermann) Komárek	Cyanobacteria
Westensee	821	8189	Woronichinia naegeliana	(Unger) Elenkin	Cyanobacteria
Westensee	104	7239	Ceratium hirundinella	(O.F.Müller) Dujardin	Dinophyceae
Westensee	1289	17250	Diplopsalis	Bergh	Dinophyceae
Westensee	853	17098	Woloszynskia	R.H.Thompson	Dinophyceae
Westensee	143	7211	Chrysochromulina parva	Lackey	Haptophyceae
Westensee	311	7198	Elakatothrix gelatinosa	Wille	Ulvophyceae
Westensee	349	6410	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	sensu Krammer & Lange-Bertalot	Bacillariophyceae
Westensee	486	6990	Navicula	Bory	Bacillariophyceae
Westensee	717	6795	Stephanodiscus alpinus	Hustedt	Bacillariophyceae
Westensee	723	6226	Stephanodiscus minutulus	(Kützing) Cleve & Moeller	Bacillariophyceae
Westensee	834	6789	Zentrale Diatomeen 20- 25µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Westensee	835	6789	Zentrale Diatomeen 25- 30µm	G.Karsten	Bacillariophyceae
Westensee	468	7245	Monoraphidium contortum	(Thuret) Komárková- Legnerová	Chlorophyceae
Westensee	471	7913	Monoraphidium komarkovae	Nygaard	Chlorophyceae
Westensee	517	7250	Oocystis	A.Braun	Chlorophyceae
Westensee	676	7892	Scenedesmus	Meyen	Chlorophyceae
Westensee	683	7134	Schroederia	Lemmermann	Chlorophyceae
Westensee	303	7884	Dinobryon sociale	Ehrenberg	Chrysophyceae
Westensee	477	7089	Mougeotia	C.Agardh	Conjugatophyceae
Westensee	223	7926	Cryptomonas marssonii	Skuja	Cryptophyceae
Westensee	25	8854	Anabaena macrospora	Klebahn	Cyanobacteria
Westensee	859	8853	Anabaena mendotae	Trelease	Cyanobacteria

M_Name1	Taxon-ID	DV_Nr	TAXONNAME	Autor	Algenklasse
Westensee	64	8873	Aphanocapsa	Nägeli	Cyanobacteria
Westensee	68	8100	Aphanothece	Nägeli	Cyanobacteria
Westensee	432	8434	Limnothrix redekei	(Goor) M.E.Meffert	Cyanobacteria
Westensee	459	8024	Microcystis	Kützing ex Lemmermann	Cyanobacteria
Westensee	455	8912	Microcystis flos-aquae	(Wittrock) Kirchner	Cyanobacteria
Westensee	1632	8800	Microcystis ichthyoblabe	(Kunze) Kütz.	Cyanobacteria
Westensee	584	8438	Planktothrix agardhii	(Gomont) Anagnostidis & Komárek	Cyanobacteria
Westensee	103	17099	Ceratium furcoides	(Levander) Langhans	Dinophyceae
Westensee	557	7077	Peridinium klein (<25µm)	Ehrenberg	Dinophyceae
Westensee	780	7015	Ulothrix	Kützing	Ulvophyceae
Westensee	318		Erkenia subaequiciliata / Chrysochromulina parva		Unbestimmte Algen

11.4 Artenliste Profundaldiatomeen (Seen 2017, Los 2)

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

MS_NR	M_NAME1	DATUM	DV_NR	TAXON_DV	AUTOR_DV
129133	Bistensee, tiefste Stelle	10.10.2017	6050	Asterionella formosa	HASSALL
129133	Bistensee, tiefste Stelle	10.10.2017	6798	Aulacoseira ambigua	(GRUNOW) SIMONSEN
129133	Bistensee, tiefste Stelle	10.10.2017	6785	Aulacoseira granulata	(EHRENBERG) SIMONSEN
129133	Bistensee, tiefste Stelle	10.10.2017	6800	Aulacoseira granulata var. angustissima	(O.MUELLER) SIMONSEN
129133	Bistensee, tiefste Stelle	10.10.2017	6907	Aulacoseira islandica	(O.MUELLER) SIMONSEN
129133	Bistensee, tiefste Stelle	10.10.2017	16791	Cyclostephanos delicatus	(GENKAL) CASPER & SCHEFFLER
129133	Bistensee, tiefste Stelle	10.10.2017	6943	Cyclostephanos dubius	(HUSTEDT) ROUND
129133	Bistensee, tiefste Stelle	10.10.2017	6204	Cyclotella radiosa	(GRUNOW) LEMMERMANN
129133	Bistensee, tiefste Stelle	10.10.2017	6210	Diatoma tenuis	C.AGARDH
129133	Bistensee, tiefste Stelle	10.10.2017	16575	Fragilaria ulna acus - Sippen	sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT
129133	Bistensee, tiefste Stelle	10.10.2017	6795	Stephanodiscus alpinus	HUSTEDT
129133	Bistensee, tiefste Stelle	10.10.2017	6009	Stephanodiscus hantzschii	GRUNOW
129133	Bistensee, tiefste Stelle	10.10.2017	6226	Stephanodiscus minutulus	(KUETZING) CLEVE & MOELLER
129133	Bistensee, tiefste Stelle	10.10.2017	6796	Stephanodiscus neoastraea	HAKANSSON & B.HICKEL
129219	Blankensee	09.10.2017	6785	Aulacoseira granulata	(EHRENBERG) SIMONSEN
129219	Blankensee	09.10.2017	6800	Aulacoseira granulata var. angustissima	(O.MUELLER) SIMONSEN
129219	Blankensee	09.10.2017	6788	Aulacoseira subarctica	(O.MUELLER) HAWORTH
129219	Blankensee	09.10.2017	6943	Cyclostephanos dubius	(HUSTEDT) ROUND
129219	Blankensee	09.10.2017	6002	Cyclotella meneghiniana	KUETZING
129219	Blankensee	09.10.2017	6945	Cyclotella pseudostelligera	HUSTEDT
129219	Blankensee	09.10.2017	6204	Cyclotella radiosa	(GRUNOW) LEMMERMANN
129219	Blankensee	09.10.2017	6075	Fragilaria crotonensis	KITTON
129219	Blankensee	09.10.2017	6009	Stephanodiscus hantzschii	GRUNOW
129219	Blankensee	09.10.2017	6226	Stephanodiscus minutulus	(KUETZING) CLEVE & MOELLER
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	10.10.2017	6050	Asterionella formosa	HASSALL
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	10.10.2017	6798	Aulacoseira ambigua	(GRUNOW) SIMONSEN
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	10.10.2017	6785	Aulacoseira granulata	(EHRENBERG) SIMONSEN
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	10.10.2017	6800	Aulacoseira granulata var. angustissima	(O.MUELLER) SIMONSEN

MS_NR	M_NAME1	DATUM	DV_NR	TAXON_DV	AUTOR_DV
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	10.10.2017	6788	Aulacoseira subarctica	(O.MUELLER) HAWORTH
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	10.10.2017	16791	Cyclostephanos delicatus	(GENKAL) CASPER & SCHEFFLER
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	10.10.2017	6943	Cyclostephanos dubius	(HUSTEDT) ROUND
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	10.10.2017	6177	Cyclostephanos invisitatus	(M.H.HOHN & HELLERMANN) THERIOT, STOERMER & HAKANSSON
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	10.10.2017	6945	Cyclotella pseudostelligera	HUSTEDT
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	10.10.2017	6204	Cyclotella radiosa	(GRUNOW) LEMMERMANN
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	10.10.2017	6795	Stephanodiscus alpinus	HUSTEDT
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	10.10.2017	6009	Stephanodiscus hantzschii	GRUNOW
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	10.10.2017	6226	Stephanodiscus minutulus	(KUETZING) CLEVE & MOELLER
129162	Langsee SL, tiefste Stelle	10.10.2017	6796	Stephanodiscus neoastraea	HAKANSSON & B.HICKEL
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	10.10.2017	16151	Actinocyclus normanii	(GREGORY) HUSTEDT
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	10.10.2017	6050	Asterionella formosa	HASSALL
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	10.10.2017	6798	Aulacoseira ambigua	(GRUNOW) SIMONSEN
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	10.10.2017	6785	Aulacoseira granulata	(EHRENBERG) SIMONSEN
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	10.10.2017	6800	Aulacoseira granulata var. angustissima	(O.MUELLER) SIMONSEN
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	10.10.2017	6788	Aulacoseira subarctica	(O.MUELLER) HAWORTH
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	10.10.2017	16791	Cyclostephanos delicatus	(GENKAL) CASPER & SCHEFFLER
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	10.10.2017	6943	Cyclostephanos dubius	(HUSTEDT) ROUND
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	10.10.2017	6177	Cyclostephanos invisitatus	(M.H.HOHN & HELLERMANN) THERIOT, STOERMER & HAKANSSON
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	10.10.2017	6204	Cyclotella radiosa	(GRUNOW) LEMMERMANN
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	10.10.2017	6075	Fragilaria crotonensis	KITTON
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	10.10.2017	6795	Stephanodiscus alpinus	HUSTEDT
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	10.10.2017	6009	Stephanodiscus hantzschii	GRUNOW
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	10.10.2017	6226	Stephanodiscus minutulus	(KUETZING) CLEVE & MOELLER
129161	Sankelmarker See, tiefste Stelle	10.10.2017	6796	Stephanodiscus neoastraea	HAKANSSON & B.HICKEL
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	09.10.2017	6050	Asterionella formosa	HASSALL

MS_NR	M_NAME1	DATUM	DV_NR	TAXON_DV	AUTOR_DV
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	09.10.2017	6798	Aulacoseira ambigua	(GRUNOW) SIMONSEN
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	09.10.2017	6785	Aulacoseira granulata	(EHRENBERG) SIMONSEN
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	09.10.2017	6800	Aulacoseira granulata var. angustissima	(O.MUELLER) SIMONSEN
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	09.10.2017	16791	Cyclostephanos delicatus	(GENKAL) CASPER & SCHEFFLER
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	09.10.2017	6943	Cyclostephanos dubius	(HUSTEDT) ROUND
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	09.10.2017	6177	Cyclostephanos invisitatus	(M.H.HOHN & HELLERMANN) THERIOT, STOERMER & HAKANSSON
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	09.10.2017	6945	Cyclotella pseudostelligera	HUSTEDT
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	09.10.2017	6204	Cyclotella radiosa	(GRUNOW) LEMMERMANN
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	09.10.2017	6410	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	09.10.2017	6795	Stephanodiscus alpinus	HUSTEDT
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	09.10.2017	6009	Stephanodiscus hantzschii	GRUNOW
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	09.10.2017	6226	Stephanodiscus minutulus	(KUETZING) CLEVE & MOELLER
129175	Stendorfer See, tiefste Stelle	09.10.2017	6796	Stephanodiscus neoastraea	HAKANSSON & B.HICKEL
129018	Westensee, tiefste Stelle	11.10.2017	6050	Asterionella formosa	HASSALL
129018	Westensee, tiefste Stelle	11.10.2017	6798	Aulacoseira ambigua	(GRUNOW) SIMONSEN
129018	Westensee, tiefste Stelle	11.10.2017	6785	Aulacoseira granulata	(EHRENBERG) SIMONSEN
129018	Westensee, tiefste Stelle	11.10.2017	6800	Aulacoseira granulata var. angustissima	(O.MUELLER) SIMONSEN
129018	Westensee, tiefste Stelle	11.10.2017	6907	Aulacoseira islandica	(O.MUELLER) SIMONSEN
129018	Westensee, tiefste Stelle	11.10.2017	6788	Aulacoseira subarctica	(O.MUELLER) HAWORTH
129018	Westensee, tiefste Stelle	11.10.2017	16791	Cyclostephanos delicatus	(GENKAL) CASPER & SCHEFFLER
129018	Westensee, tiefste Stelle	11.10.2017	6943	Cyclostephanos dubius	(HUSTEDT) ROUND
129018	Westensee, tiefste Stelle	11.10.2017	6002	Cyclotella meneghiniana	KUETZING
129018	Westensee, tiefste Stelle	11.10.2017	6204	Cyclotella radiosa	(GRUNOW) LEMMERMANN
129018	Westensee, tiefste Stelle	11.10.2017	6075	Fragilaria crotonensis	KITTON
129018	Westensee, tiefste Stelle	11.10.2017	16575	Fragilaria ulna acus - Sippen	sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT
129018	Westensee, tiefste Stelle	11.10.2017	6410	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT

MS_NR	M_NAME1	DATUM	DV_NR	TAXON_DV	AUTOR_DV
129018	Westensee, tiefste Stelle	11.10.2017	6795	Stephanodiscus alpinus	HUSTEDT
129018	Westensee, tiefste Stelle	11.10.2017	6009	Stephanodiscus hantzschii	GRUNOW
129018	Westensee, tiefste Stelle	11.10.2017	6226	Stephanodiscus minutulus	(KUETZING) CLEVE & MOELLER
129018	Westensee, tiefste Stelle	11.10.2017	6796	Stephanodiscus neoastraea	HAKANSSON & B.HICKEL
129017	Westensee, vor Wrohe	11.10.2017	6050	Asterionella formosa	HASSALL
129017	Westensee, vor Wrohe	11.10.2017	6798	Aulacoseira ambigua	(GRUNOW) SIMONSEN
129017	Westensee, vor Wrohe	11.10.2017	6785	Aulacoseira granulata	(EHRENBERG) SIMONSEN
129017	Westensee, vor Wrohe	11.10.2017	6800	Aulacoseira granulata var. angustissima	(O.MUELLER) SIMONSEN
129017	Westensee, vor Wrohe	11.10.2017	6907	Aulacoseira islandica	(O.MUELLER) SIMONSEN
129017	Westensee, vor Wrohe	11.10.2017	6788	Aulacoseira subarctica	(O.MUELLER) HAWORTH
129017	Westensee, vor Wrohe	11.10.2017	16791	Cyclostephanos delicatus	(GENKAL) CASPER & SCHEFFLER
129017	Westensee, vor Wrohe	11.10.2017	6943	Cyclostephanos dubius	(HUSTEDT) ROUND
129017	Westensee, vor Wrohe	11.10.2017	6204	Cyclotella radiosa	(GRUNOW) LEMMERMANN
129017	Westensee, vor Wrohe	11.10.2017	6210	Diatoma tenuis	C.AGARDH
129017	Westensee, vor Wrohe	11.10.2017	6075	Fragilaria crotonensis	KITTON
129017	Westensee, vor Wrohe	11.10.2017	16575	Fragilaria ulna acus - Sippen	sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT
129017	Westensee, vor Wrohe	11.10.2017	6410	Fragilaria ulna angustissima - Sippen	sensu KRAMMER & LANGE-BERTALOT
129017	Westensee, vor Wrohe	11.10.2017	6795	Stephanodiscus alpinus	HUSTEDT
129017	Westensee, vor Wrohe	11.10.2017	6009	Stephanodiscus hantzschii	GRUNOW
129017	Westensee, vor Wrohe	11.10.2017	6226	Stephanodiscus minutulus	(KUETZING) CLEVE & MOELLER
129017	Westensee, vor Wrohe	11.10.2017	6796	Stephanodiscus neoastraea	HAKANSSON & B.HICKEL

11.5 Artenliste Zooplankton (Seen 2017, Los 2)

Gewässer	DV-Nr	DV-Taxonname	Erstbeschreiber
		Protozoen	
Bistensee	4002	Diffflugia	LECLERC
Bistensee	4015	Arcella	EHRENBERG
Bistensee	3619	Tintinnopsis	F.STEIN
Bistensee	3923	Ciliophora, vagil	
		Rotatoria	
Bistensee	5040	Lepadella	BORY DE SAINT-VINCENT
Bistensee	5054	Synchaeta	EHRENERBG
Bistensee	5096	Ascomorpha ecaudis	(PERTY)
Bistensee	5098	Asplanchna priodonta	(GOSSE)
Bistensee	5118	Conochilus unicornis	(ROUSSELET)
Bistensee	5148	Filinia longiseta	(EHRENBERG)
Bistensee	5163	Kellicottia longispina	(KELLCOTT)
Bistensee	5165	Keratella cochlearis tecta - Reihe	
Bistensee	5166	Keratella quadrata	(O.F.MUELLER)
Bistensee	5180	Mytilina	BORY DE SAINT-VINCENT
Bistensee	5202	Polyarthra dolichoptera	(IDELSON)
Bistensee	5234	Pompholyx sulcata	(HUDSON)
Bistensee	5326	Polyarthra remata	(SKORIKOV)
Bistensee	5331	Keratella cochlearis	(GOSSE)
Bistensee	5659	Trichocerca stylata	(GOSSE)
Bistensee	5881	Synchaeta pectinata	(EHRENBERG)
Bistensee	5917	Trichocerca similis	(WIERZEJSKI)
Bistensee	5933	Keratella cochlearis hispida - Reihe	
Bistensee	5958	Rotatoria sp.	
		Cladocera	
Bistensee	5099	Bosmina coregoni	BAIRD
Bistensee	5100	Bosmina longirostris	(O.F.MUELLER)
Bistensee	5111	Ceriodaphnia quadrangula	(O.F.MUELLER)
Bistensee	5116	Chydorus sphaericus	(O.F.MUELLER)
Bistensee	5126	Daphnia cucullata	SARS
Bistensee	5127	Daphnia galeata	SARS
Bistensee	5128	Daphnia hyalina	LEYDIG
Bistensee	5136	Diaphanosoma brachyurum	(LIEVIN)
Bistensee	5160	Leptodora kindtii	(FOCKE)
		Copepoda	
Bistensee	15284	Thermocyclops oithonoides	G.O.SARS
Bistensee	5088	Acanthocyclops robustus	(G.O.SARS)
Bistensee	5120	Cyclops	O.F.MUELLER
Bistensee	5121	Cyclops abyssorum	(SARS)
Bistensee	5123	Cyclops vicinus	ULJANIN
Bistensee	5134	Diacyclops bicuspidatus	(CLAUS)
Bistensee	5175	Mesocyclops leuckarti	(CLAUS)

Bistensee	5145	Eudiaptomus graciloides	(LILLJEBORG)
		sonstige	
Bistensee	744	Chaoborus flavicans	(MEIGEN)
Bistensee	1910	Dreissena	VAN BENEDEN

Gewässer	DV-Nr	DV-Taxonname	Erstbeschreiber
		Protozoen	
Blankensee	3610	Ciliophora	
Blankensee	5054	Synchaeta	EHRENERBG
		Rotatoria	
Blankensee	5096	Ascomorpha ecaudis	(PERTY)
Blankensee	5098	Asplanchna priodonta	(GOSSE)
Blankensee	5154	Hexarthra mira	(HUDSON)
Blankensee	5165	Keratella cochlearis tecta - Reihe	
Blankensee	5166	Keratella quadrata	(O.F.MUELLER)
Blankensee	5202	Polyarthra dolichoptera	(IDELSON)
Blankensee	5204	Polyarthra vulgaris	(CARLIN)
Blankensee	5234	Pompholyx sulcata	(HUDSON)
Blankensee	5326	Polyarthra remata	(SKORIKOV)
Blankensee	5331	Keratella cochlearis	(GOSSE)
Blankensee	5647	Keratella hiemalis	(CARLIN)
Blankensee	5653	Trichocerca porcellus	(GOSSE)
Blankensee	5878	Conochilus natans	(SELIGO)
Blankensee	5881	Synchaeta pectinata	(EHRENBERG)
Blankensee	5917	Trichocerca similis	(WIERZEJSKI)
Blankensee	5975	Anuraeopsis fissa	(GOSSE)
		Cladocera	
Blankensee	15283	Daphnia pulex	(FORBES)
Blankensee	5080	Eurycercus lamellatus	(O.F.MUELLER)
Blankensee	5089	Acroperus harpae	(BAIRD)
Blankensee	5100	Bosmina longirostris	(O.F.MUELLER)
Blankensee	5107	Camptocercus rectirostris	SCHOEDLER
Blankensee	5116	Chydorus sphaericus	(O.F.MUELLER)
Blankensee	5127	Daphnia galeata	SARS
Blankensee	5129	Daphnia longispina	O.F.MUELLER
Blankensee	5188	Simocephalus vetulus	(O.F.MUELLER)
Blankensee	5215	Sida crystallina	(O.F.MUELLER)
Blankensee	5220	Graptopleberis testudinaria	(FISCHER)
		Copepoda	
Blankensee	15284	Thermocyclops oithonoides	G.O.SARS
Blankensee	5088	Acanthocyclops robustus	(G.O.SARS)
Blankensee	5122	Cyclops strenuus	FISCHER
Blankensee	5123	Cyclops vicinus	ULJANIN
Blankensee	5142	Eucyclops serrulatus	(FISCHER)
Blankensee	5175	Mesocyclops leuckarti	(CLAUS)

Gewässer	DV-Nr	DV-Taxonname	Erstbeschreiber
Blankensee	5232	Megacyclops viridis	(JURINE)
Blankensee	5146	Eudiaptomus vulgaris	(SCHMEIL)
		Sonstige	
Blankensee	481	Chaoborus	(LICHTENSTEIN)

Gewässer	DV-Nr	DV-Taxonname	Erstbeschreiber
		Protozoen	
Langsee	4002	Diffflugia	LECLERC
Langsee	3610	Ciliophora	
Langsee	3619	Tintinnopsis	F.STEIN
		Rotatoria	
Langsee	5010	Euchlanis dilatata	(EHRENBERG)
Langsee	5024	Brachionus calyciflorus	(PALLAS)
Langsee	5054	Synchaeta	EHRENERBG
Langsee	5098	Asplanchna priodonta	(GOSSE)
Langsee	5102	Brachionus angularis	GOSSE
Langsee	5118	Conochilus unicornis	(ROUSSELET)
Langsee	5148	Filinia longiseta	(EHRENBERG)
Langsee	5149	Filinia terminalis	(PLATE)
Langsee	5154	Hexarthra mira	(HUDSON)
Langsee	5163	Kellicottia longispina	(KELLCOTT)
Langsee	5165	Keratella cochlearis tecta - Reihe	
Langsee	5166	Keratella quadrata	(O.F.MUELLER)
Langsee	5202	Polyarthra dolichoptera	(IDELSON)
Langsee	5204	Polyarthra vulgaris	(CARLIN)
Langsee	5213	Trichocerca capucina	WIERZEJSKI & ZACHARIAS
Langsee	5234	Pompholyx sulcata	(HUDSON)
Langsee	5326	Polyarthra remata	(SKORIKOV)
Langsee	5331	Keratella cochlearis	(GOSSE)
Langsee	5881	Synchaeta pectinata	(EHRENBERG)
Langsee	5917	Trichocerca similis	(WIERZEJSKI)
Langsee	5933	Keratella cochlearis hispida - Reihe	
Langsee	5958	Rotatoria sp.	
		Cladocera	
Langsee	5099	Bosmina coregoni	BAIRD
Langsee	5100	Bosmina longirostris	(O.F.MUELLER)
Langsee	5111	Ceriodaphnia quadrangula	(O.F.MUELLER)
Langsee	5116	Chydorus sphaericus	(O.F.MUELLER)
Langsee	5126	Daphnia cucullata	SARS
Langsee	5127	Daphnia galeata	SARS
Langsee	5128	Daphnia hyalina	LEYDIG
Langsee	5136	Diaphanosoma brachyurum	(LIEVIN)
Langsee	5831	Daphnia x krausi	FLOESSNER
Langsee	5833	Daphnia x tecta	FLOESSNER

Gewässer	DV-Nr	DV-Taxonname	Erstbeschreiber
		Copepoda	
Langsee	15335	Cyclops kolensis	LILLJEBORG
Langsee	5120	Cyclops	O.F.MUELLER
Langsee	5121	Cyclops abyssorum	(SARS)
Langsee	5123	Cyclops vicinus	ULJANIN
Langsee	5175	Mesocyclops leuckarti	(CLAUS)
Langsee	5145	Eudiaptomus graciloides	(LILLJEBORG)
		Sonstige	
Langsee	744	Chaoborus flavicans	(MEIGEN)
Langsee	1910	Dreissena	VAN BENEDEN

Gewässer	DV-Nr	DV-Taxonname	Erstbeschreiber
		Protozoen	
Sankelmarker See	4002	Diffflugia	LECLERC
Sankelmarker See	4015	Arcella	EHRENBERG
Sankelmarker See	4057	Centropyxis aculeata	(EHRENBERG) F.STEIN
Sankelmarker See	3619	Tintinnopsis	F.STEIN
Sankelmarker See	3923	Ciliophora, vagil	
		Rotatoria	
Sankelmarker See	5054	Synchaeta	EHRENERBG
Sankelmarker See	5098	Asplanchna priodonta	(GOSSE)
Sankelmarker See	5118	Conochilus unicornis	(ROUSSELET)
Sankelmarker See	5148	Filinia longiseta	(EHRENBERG)
Sankelmarker See	5154	Hexarthra mira	(HUDSON)
Sankelmarker See	5165	Keratella cochlearis tecta - Reihe	
Sankelmarker See	5166	Keratella quadrata	(O.F.MUELLER)
Sankelmarker See	5202	Polyarthra dolichoptera	(IDELSON)
Sankelmarker See	5204	Polyarthra vulgaris	(CARLIN)
Sankelmarker See	5234	Pompholyx sulcata	(HUDSON)
Sankelmarker See	5326	Polyarthra remata	(SKORIKOV)
Sankelmarker See	5331	Keratella cochlearis	(GOSSE)
Sankelmarker See	5647	Keratella hiemalis	(CARLIN)
Sankelmarker See	5881	Synchaeta pectinata	(EHRENBERG)
Sankelmarker See	5917	Trichocerca similis	(WIERZEJSKI)
Sankelmarker See	5933	Keratella cochlearis hispida - Reihe	
Sankelmarker See	5958	Rotatoria sp.	
Sankelmarker See	5975	Anuraeopsis fissa	(GOSSE)
		Cladocera	
Sankelmarker See	5099	Bosmina coregoni	BAIRD
Sankelmarker See	5100	Bosmina longirostris	(O.F.MUELLER)
Sankelmarker See	5116	Chydorus sphaericus	(O.F.MUELLER)
Sankelmarker See	5126	Daphnia cucullata	SARS
Sankelmarker See	5127	Daphnia galeata	SARS
Sankelmarker See	5128	Daphnia hyalina	LEYDIG

Gewässer	DV-Nr	DV-Taxonname	Erstbeschreiber
Sankelmarker See	5136	Diaphanosoma brachyurum	(LIEVIN)
Sankelmarker See	5160	Leptodora kindtii	(FOCKE)
Sankelmarker See	5831	Daphnia x krausi	FLOESSNER
Sankelmarker See	5833	Daphnia x tecta	FLOESSNER
		Copepoda	
Sankelmarker See	15335	Cyclops kolensis	LILLJEBORG
Sankelmarker See	5120	Cyclops sp.	O.F.MUELLER
Sankelmarker See	5134	Diacyclops bicuspidatus	(CLAUS)
Sankelmarker See	5175	Mesocyclops leuckarti	(CLAUS)
Sankelmarker See	5144	Eudiaptomus gracilis	(G.O.SARS)
Sankelmarker See	5145	Eudiaptomus graciloides	(LILLJEBORG)
		Sonstige	
Sankelmarker See	744	Chaoborus flavicans	(MEIGEN)
Sankelmarker See	1910	Dreissena	VAN BENEDEN

Gewässer	DV-Nr	DV-Taxonname	Erstbeschreiber
		Protozoen	
Stendorfer See	4002	Diffugia	LECLERC
Stendorfer See	4015	Arcella	EHRENBERG
Stendorfer See	4057	Centropyxis aculeata	(EHRENBERG) F.STEIN
Stendorfer See	3610	Ciliophora	
Stendorfer See	3619	Tintinnopsis	F.STEIN
		Rotatoria	
Stendorfer See	5010	Euchlanis dilatata	(EHRENBERG)
Stendorfer See	5024	Brachionus calyciflorus	(PALLAS)
Stendorfer See	5044	Notholca acuminata	(EHRENBERG)
Stendorfer See	5045	Notholca squamula	(O.F.MUELLER)
Stendorfer See	5054	Synchaeta	EHRENERBG
Stendorfer See	5098	Asplanchna priodonta	(GOSSE)
Stendorfer See	5102	Brachionus angularis	GOSSE
Stendorfer See	5118	Conochilus unicornis	(ROUSSELET)
Stendorfer See	5148	Filinia longiseta	(EHRENBERG)
Stendorfer See	5149	Filinia terminalis	(PLATE)
Stendorfer See	5163	Kellicottia longispina	(KELLCOTT)
Stendorfer See	5165	Keratella cochlearis tecta - Reihe	
Stendorfer See	5166	Keratella quadrata	(O.F.MUELLER)
Stendorfer See	5202	Polyarthra dolichoptera	(IDELSON)
Stendorfer See	5204	Polyarthra vulgaris	(CARLIN)
Stendorfer See	5213	Trichocerca capucina	WIERZEJSKI & ZACHARIAS
Stendorfer See	5234	Pompholyx sulcata	(HUDSON)
Stendorfer See	5326	Polyarthra remata	(SKORIKOV)
Stendorfer See	5331	Keratella cochlearis	(GOSSE)
Stendorfer See	5653	Trichocerca porcellus	(GOSSE)
Stendorfer See	5881	Synchaeta pectinata	(EHRENBERG)

Gewässer	DV-Nr	DV-Taxonname	Erstbeschreiber
Stendorfer See	5917	Trichocerca similis	(WIERZEJSKI)
Stendorfer See	5919	Trichocerca pusilla	(LAUTERBORN)
Stendorfer See	5932	Gastropus styliifer	(IMHOF)
Stendorfer See	5933	Keratella cochlearis hispida - Reihe	
Stendorfer See	5953	Ascomorpha ovalis	(CARLIN)
Stendorfer See	5958	Rotatoria sp.	
		Cladocera	
Stendorfer See	5099	Bosmina coregoni	BAIRD
Stendorfer See	5100	Bosmina longirostris	(O.F.MUELLER)
Stendorfer See	5111	Ceriodaphnia quadrangula	(O.F.MUELLER)
Stendorfer See	5116	Chydorus sphaericus	(O.F.MUELLER)
Stendorfer See	5126	Daphnia cucullata	SARS
Stendorfer See	5127	Daphnia galeata	SARS
Stendorfer See	5128	Daphnia hyalina	LEYDIG
Stendorfer See	5136	Diaphanosoma brachyurum	(LIEVIN)
Stendorfer See	5160	Leptodora kindtii	(FOCKE)
Stendorfer See	5831	Daphnia x krausi	FLOESSNER
		Copepoda	
Stendorfer See	15284	Thermocyclops oithonoides	G.O.SARS
Stendorfer See	15335	Cyclops kolensis	LILLJEBORG
Stendorfer See	5088	Acanthocyclops robustus	(G.O.SARS)
Stendorfer See	5121	Cyclops abyssorum	(SARS)
Stendorfer See	5123	Cyclops vicinus	ULJANIN
Stendorfer See	5175	Mesocyclops leuckarti	(CLAUS)
Stendorfer See	5217	Thermocyclops crassus	(FISCHER)
Stendorfer See	5145	Eudiaptomus graciloides	(LILLJEBORG)
		Sonstige	
Stendorfer See	1910	Dreissena	VAN BENEDEN

See	DV-Nr	DV-Taxonname	Erstbeschreiber
		Protozoa	
Westensee	4002	Diffugia	LECLERC
Westensee	3610	Ciliophora	
Westensee	3619	Tintinnopsis	F.STEIN
Westensee	5953	Ascomorpha ovalis	(CARLIN)
Westensee	5926	Ascomorpha saltans	(BARTSCH)
Westensee	5098	Asplanchna priodonta	(GOSSE)
Westensee	5102	Brachionus angularis	GOSSE
Westensee	5024	Brachionus calyciflorus	(PALLAS)
Westensee	15276	Brachionus diversicornis	DADAY
Westensee	5974	Collotheca	HARRING
Westensee	5878	Conochilus natans	(SELIGO)
Westensee	5118	Conochilus unicornis	(ROUSSELET)
Westensee	5010	Euchlanis dilatata	(EHRENBERG)

See	DV-Nr	DV-Taxonname	Erstbeschreiber
Westensee	5148	Filinia longiseta	(EHRENBERG)
Westensee	5149	Filinia terminalis	(PLATE)
Westensee	5932	Gastropus styliifer	(IMHOF)
Westensee	5163	Kellicottia longispina	(KELICOTT)
Westensee	5331	Keratella cochlearis	(GOSSE)
Westensee	5165	Keratella cochlearis tecta - Reihe	
Westensee	5647	Keratella hiemalis	(CARLIN)
Westensee	5166	Keratella quadrata	(O.F.MUELLER)
Westensee	5650	Notholca labis	(GOSSE)
Westensee	5045	Notholca squamula	(O.F.MUELLER)
Westensee	5202	Polyarthra dolichoptera	(IDELSON)
Westensee	15278	Polyarthra major	BURCKHARDT
Westensee	5326	Polyarthra remata	(SKORIKOV)
Westensee	5204	Polyarthra vulgaris	(CARLIN)
Westensee	5234	Pompholyx sulcata	(HUDSON)
Westensee	5054	Synchaeta	EHRENERBG
Westensee	5881	Synchaeta pectinata	(EHRENBERG)
Westensee	5213	Trichocerca capucina	WIERZEJSKI & ZACHARIAS
Westensee	5653	Trichocerca porcellus	(GOSSE)
Westensee	5919	Trichocerca pusilla	(LAUTERBORN)
Westensee	5654	Trichocerca rousseleti	(VOIGT)
Westensee	5917	Trichocerca similis	(WIERZEJSKI)
		Cladocera	
Westensee	5091	Alona rectangula	SARS
Westensee	5099	Bosmina coregoni	BAIRD
Westensee	5100	Bosmina longirostris	(O.F.MUELLER)
Westensee	5110	Ceriodaphnia pulchella	SARS
Westensee	5111	Ceriodaphnia quadrangula	(O.F.MUELLER)
Westensee	5116	Chydorus sphaericus	(O.F.MUELLER)
Westensee	5126	Daphnia cucullata	SARS
Westensee	5127	Daphnia galeata	SARS
Westensee	5128	Daphnia hyalina	LEYDIG
Westensee	5831	Daphnia x krausi	FLOESSNER
Westensee	5136	Diaphanosoma brachyurum	(LIEVIN)
Westensee	5160	Leptodora kindtii	(FOCKE)
		Copepoda	
Westensee	5121	Cyclops abyssorum	(SARS)
Westensee	15335	Cyclops kolensis	LILLJEBORG
Westensee	5123	Cyclops vicinus	ULJANIN
Westensee	5134	Diacyclops bicuspidatus	(CLAUS)
Westensee	5175	Mesocyclops leuckarti	(CLAUS)
Westensee	5217	Thermocyclops crassus	(FISCHER)
Westensee	15284	Thermocyclops oithonoides	G.O.SARS
Westensee	5144	Eudiaptomus gracilis	(G.O.SARS)

See	DV-Nr	DV-Taxonname	Erstbeschreiber
Westensee	5145	Eudiaptomus graciloides	(LILLJEBORG)
		Sonstige	
Westensee	481	Chaoborus	(LICHTENSTEIN)
Westensee	1097	Dreissena sp.	VAN BENEDEN