

# WRRL Fischmonitoring Schleswig-Holstein

## Großer Plöner See 2022



Auftraggeber  
vertreten durch

Landesverband der Wasser- und Bodenverbände Schleswig-Holstein  
Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR)

Auftragnehmer  
Bearbeiter

Institut für Binnenfischerei e. V. Potsdam-Sacrow  
David Ritterbusch, Robert Frenzel, Jens Windheuser

**Im November 2022**

## Zitation

IfB (2022): WRRL Fischmonitoring Schleswig-Holstein: Großer Plöner See 2022. Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR). Projektbericht, 70 Seiten.

Untersuchte Qualitätskomponente: Fische

Stammdaten (WANIS 2022)

Gewässerkategorie:	Seen
Wasserkörper:	0114 Großer Plöner See
Wasserkörpertyp:	13: Geschichteter Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet
Flussgebietseinheit:	Schlei/Trave
Planungseinheit:	Schwentine
Bearbeitungsgebiet:	26: Baltic-Schwentine
federführendes Bundesland:	Schleswig-Holstein

Einstufung 1.-3. Bewirtschaftungszeitraum: natürlich

Umweltziel Ökologie 3. Bewirtschaftungszeitraum: guter ökologischer Zustand

Umweltziel Chemie 3. Bewirtschaftungszeitraum: guter chemischer Zustand

## 1 Zusammenfassung

Der Große Plöner See hat eine Fläche von über 2900 ha und eine maximale Tiefe von 56 m. Das Gewässer ist in nennenswertem Umfang verbaut und wird vielfältig, aber in Bezug auf die Gewässerfläche eher geringem Umfang genutzt. Der Nährstoffgehalt des Sees hat in den letzten Jahrzehnten abgenommen, ist aber immer noch als erhöht zu bezeichnen. Bewertungen anhand von biologischen Qualitätskomponenten nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie zeigen seit etwa 20 Jahren überwiegend mäßige ökologische Zustände. In neueren Untersuchungen nach 2016 wurde anhand des Phytoplanktons vermehrt ein guter und anhand des Makrozoobenthos ein unbefriedigender ökologischer Zustand angezeigt.

Das Institut für Binnenfischerei führte im Juni/Juli 2022 eine Fischbestandsuntersuchung am Großen Plöner See durch. Als Befischungsmethoden wurden Elektrofischerei, benthische Multimaschenstellnetze und pelagische Multimaschenstellnetze eingesetzt. Vorgehensweise und Befischungsaufwand richteten sich nach europäischen Standardvorgaben. Anhand der Fänge wurde der Fischbestand analysiert (Einheitsfänge, Arteninventar und -zusammensetzung) sowie artspezifische Analysen durchgeführt (Populationsaufbau, Wachstum, Reproduktion und größenselektive Mortalität). Weiterhin wurde eine fischbasierte Bewertung des ökologischen Zustandes nach dem DeLFI-Verfahren durchgeführt.

Die Einheitsfänge in den Netzen als relatives Maß für das Fischaufkommen lagen im mittleren Bereich von Vergleichswerten aus Befischungen in Schleswig-Holstein. Die Einheitsfänge der Elektrofischerei lagen im unteren Bereich, was durch die geringe Strukturvielfalt und Wassertiefe in den litoralen Bereichen erklärt werden kann. Es wurden 17 Fischarten nachgewiesen, was einen hohen Wert darstellt. Die Fänge mit benthischen Netzen wurden durch die Arten Barsch, Kaulbarsch und zahlenmäßig auch durch den Dreistachligen Stichling dominiert. Im Freiwasser waren Kleine Maräne und Stint häufig. In den Elektrobefischungen des Litorals kam der Steinbeißer sehr häufig vor. Auffällig war das sehr geringe Aufkommen bzw. die Abwesenheit von Cypriniden: Ukelei, Rotfeder, Blei und Güster sowie die Plötze waren in auffällig geringen Anteilen vertreten. Barsch, Kaulbarsch, Dreistachliger Stichling sowie Steinbeißer waren hingegen auffällig häufig. Die untersuchten Fischarten Kleine Maräne, Plötze, Blei und Hecht hatten eher hohe altersspezifische Längen, d. h. es die Fische wuchsen gut.

Die fischbasierte Zustandsbewertung nach DELFI-Verfahren ergab einen sehr guten (Site-Modul) bzw. guten (Type-Modul) ökologischen Zustand. In Anbetracht der Belastungsintensität wäre die Indikation eines guten bis mäßigen Zustands plausibel gewesen. Der Fischbestand zeigte jedoch keine Effekte von Verbau, Nutzung oder Eutrophierung, sodass die Bewertungsergebnisse fachgutachterlich plausibel sind.

Im Großen Plöner See führen sehr wahrscheinlich die langfristige und intensive Bejagung des Fischbestandes durch Kormorane sowie Oligotrophierungseffekte durch die Invasion der Quagga-Muschel dazu, dass der Fischbestand nicht die kennzeichnenden Merkmale für eutrophierte und genutzte Gewässer ausprägt. Die ökologischen Zusammenhänge werden im Kontext aktueller Literatur diskutiert.

## 2 Aufgabenstellung

Im Rahmen des Monitorings der Fließgewässer und Seen in Schleswig-Holstein wurden im Jahr 2022 vom Institut für Binnenfischerei Fischbestandsuntersuchungen am Großen Plöner See durchgeführt. Die Methodik der Untersuchungen folgte europäischen Normen für die Befischung von Seen mit Multimaschenstellnetzen (EN 14757 2015) sowie mit Elektrofängergeräten (EN 14011 2003).

Die Fänge werden vorliegend im Hinblick auf Merkmale der Fischgemeinschaft (Artenzahl- und -zusammensetzung, Einheitsfänge) sowie im Hinblick auf Merkmale ausgewählter Arten (Populationsaufbau, Wachstum, Mortalitäten) ausgewertet.

Zudem wird der „Verfahrensvorschlag zur Bewertung des ökologischen Zustandes von Seen anhand der Fische“ (DeLFI) eingesetzt (Ritterbusch & Brämick 2015). Der DeLFI hat zwei Module, die je nach Gewässerfläche empfohlen werden: Das Site-Modul basiert auf einem Vergleich der Referenzfischgemeinschaft mit der aktuellen Fischgemeinschaft auf Basis von Literaturdaten, Fischereistatistiken und Expertisen. Das Type-Modul basiert auf Stellnetzfangen nach dem genannten Standardverfahren EN 14757, die mit typspezifischen Referenzbedingungen verglichen werden.

Das Site-Modul des DeLFI wurde bereits an zahlreichen Seen Schleswig-Holsteins getestet (Neumann 2011, 2013), das Type-Modul an fünf Seen (Ritterbusch et al. 2017a, 2019, 2020). Die Ergebnisse der Befischungen am Großen Plöner See und die ökologische Zustandsbewertung werden in den Zusammenhang zu bereits vorliegenden Bewertungen gestellt, um das DeLFI-Verfahren zu prüfen.

### 3 Gewässerinformationen

#### 3.1 Lage, Morphometrie und Anbindung

Der Große Plöner See liegt in Schleswig-Holstein bei Plön. Die Morphometrie des Sees ist heterogen mit zahlreichen Inseln und Halbinseln sowie einem gewundenen und buchtenreichen Uferverlauf. Auch die Tiefe ist vielgestaltig, es finden sich tiefe Löcher mit meist begrenzter Ausdehnung, weitläufige, flachere Bereiche sowie einige Untiefen (WaFIS 2022), die auch im Luftbild erkennbar sind (Google earth Pro 7.3.4.8642). Ausgewählte morphometrische Kennzahlen des Gewässers zeigt Tab. 1.

Tab. 1: Morphometrische Angaben zum Großen Plöner See (WaFIS 2022)

Parameter	Wert	Einheit	Quelle
Fläche	2914	ha	(WaFIS 2022)
Volumen bei 21 m NHN	376	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	(WaFIS 2022)
Maximale Tiefe	56,2	m	(WaFIS 2022)
Mittlere Tiefe	12,9	m	(WaFIS 2022)
Uferlänge	41,4	km	(WaFIS 2022)
Uferentwicklung	2,16	-	(WaFIS 2022)
Größe des Einzugsgebietes	381	km <sup>2</sup>	(WaFIS 2022)
Theoretische Wasseraufenthaltszeit	3,1	a	(WaFIS 2022)
Seetyp nach LAWA	13		(WaFIS 2022)
Seetyp nach DeLFI	TIEF		(Ritterbusch et al. 2014)

Der Große Plöner See ist Teil der Seenkette der Schwentine und mit anderen Seen verbunden. Oberhalb liegt der Behler See, unterhalb der Kleine Plöner See. Die aktuelle Durchgängigkeit von Zu- und Abläufen für Fische wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht durch das IfB geprüft. Nach Auskunft des LLUR (Pätzold, pers. Mitt.) werden die unterhalb des Großen Plöner Sees gelegenen Wasserkörper als durchgängig eingestuft, vorhandene Querbauwerke sind entweder direkt und/oder über Wanderhilfen für Fische passierbar.

#### 3.2 Biologie und Zustandsbewertungen

Nachfolgend werden Untersuchungen zur Biologie des Großen Plöner Sees dargestellt. Die Ergebnisse dienen nachfolgend der Plausibilitätsprüfung der fischbasierten Bewertung.

**Plankton:** Ökologische Zustandsbewertungen auf Basis des Planktons sowie dessen langfristige Entwicklung beschreiben Arp & Maier (2020) für den Zeitraum 2004-2019, dabei wurden jährlich Untersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse der Zustandsbewertungen sind in Tab. 2 dargestellt. Demnach zeigt das Phytoplankton aktuell einen guten ökologischen Zustand an, der fachgutachterlich auch plausibel ist. Bis einschließlich 2015 wurde der ökologische Zustand des Großen Plöner Sees jedoch durchgängig als mäßig eingestuft. Danach kam es zu einer deutlichen Erhöhung der Sichttiefe sowie zur Abnahme der Algenbiomasse beim Ausbleiben von Frühjahrsblüten. Ab 2015 ist es demnach zu einer Verbesserung des angezeigten ökologischen Zustands gekommen. Die trophische Kategorie des Großen Plöner Sees hat sich über einen längeren Zeitraum von eutroph 1 in den 70er Jahren zu aktuell mesotroph 2 verringert (angezeigt durch Gesamtphosphor und Algenbiomasse).

Das Zooplankton war 2019 artenreich, sehr individuenarm und wies eine sehr geringe Biomasse auf. Die Entwicklung des Zooplanktons folgte der Entwicklung des Phytoplanktons mit einer deutlichen Abnahme ab 2016. Eine Bewertung des ökologischen Zustands anhand von Zooplankton wird nicht durchgeführt.

Die Autoren vermuten einen Zusammenhang der Planktonentwicklung mit dem Auftreten bzw. der starken Zunahme der Quagga-Muschel, die 2017 in größerem Maße am See gefunden wurde und inzwischen flächendeckend Massenbestände an Hartsubstraten ausbildet (siehe unten). Im Zooplankton wurden zahlreiche und zunehmende Anzahlen von *Dreissena*-Larven nachgewiesen.

**Submerse Makrophyten:** Untersuchungen der Makrophyten im Hinblick auf eine ökologische Zustandsbewertung liegen von Stuhr et al. (2019) vor und werden nachfolgend unter Berücksichtigung früherer Quellen zusammengefasst (Stuhr & Jödicke 2005; Stuhr et al. 2016; Stuhr et al. 2010; Stuhr et al. 2013). Demnach kommen im Großen Plöner See viele Makrophyten-Arten vor. Es existieren durchgehend entwickelte, dichte Bestände von Tauchblattpflanzen. Für alle Untersuchungsjahre im Zeitraum 2005-2019 ergeben die Makrophyten-basierte Zustandsbewertungen einen mäßigen ökologischen Zustand, auch fachgutachterlich wird der Zustand durchgängig als mäßig eingeschätzt. Als Merkmale der Makrophyten, die zur Abwertung führen, werden genannt: verringerte Dichten, spärliche und/oder rückläufige Bestände von Armleuchteralgen, Massenbestände fädiger Grünalgen sowie die Lage der unteren Makrophytengrenze. In der trophischen Charakterisierung mit Makrophyten weist der Große Plöner See in allen Jahren einen meso-eutrophen Zustand auf. Als potenzielle Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustandes empfehlen die Autoren die Reduktion von Nährstoffeinträgen sowie die Entnahme von benthivoren Cypriniden.

Die ökologische Bewertung anhand von benthischen Diatomeen ergibt von 2004-2019 für alle untersuchten Jahre einen mäßigen bis tendenziell unbefriedigenden ökologischen Zustand des großen Plöner Sees (Werner & Dreßler (2020) unter Berücksichtigung früherer Untersuchungen (Coring & Bäche 2006; Grothe et al. 2014; Grothe et al. 2017; Hoffmann 2006)). Die Autoren schätzen das Ergebnis als fachgutachterlich plausibel ein. Die Diatomeen zeigen eine erhöhte Trophie an, als Maßnahme wird eine Verringerung der Nährstoffeinträge mittels einer Vergrößerung des Uferrandstreifens empfohlen.

**Wirbellose/Makrozoobenthos:** Otto & Speth (2020) bewerten den ökologischen Zustand des Großen Plöner Sees für das Jahr 2019 anhand der Qualitätskomponente Makrozoobenthos. Das Verfahrensergebnis zeigt den Zustand „unbefriedigend“, was mit ihrer fachgutachterlichen Einschätzung übereinstimmt. Auffällig ist die schlechte bis unbefriedigende Bewertung der Artenvielfalt, mit einem hohen Anteil von Neozoen an fast allen untersuchten Transekten. Er erreicht einen maximalen Anteil von fast 70 % der Individuenzahl. Der Lebensraum der natürlichen Steinfauuna war durch *Dreissena*-Arten nahezu vollständig besetzt (Quagga-Muschel *Dreissena rostriformis bugensis* und Zebrauschel *D. polymorpha*). Besonders deutlich dominierte die Quagga-Muschel, die erst seit kurzer Zeit im Großen Plöner See vorkommt. Auch der invasive, räuberische Bachflohkrebs *Dikerogammarus villosus* war sehr häufig.

Otto & Speth (2018) bewerten Datenerhebungen von 2008 und 2012 auf Basis des aktuellen Bewertungsverfahrens neu. Die älteren Zustandsklassen von Otto et al. (2013), Brauns & Garcia (2008) und Brauns (2009) sind ähnlich. Der ökologische Zustand des Sees wurde auch für 2008 und 2012 als mäßig nachbewertet. Das Makrozoobenthos war durchgängig artenarm und massiv von neozoischen Krebsen beeinflusst, was maßgeblich die schlechte Bewertung verursachte. Die Quagga-Muschel wird für 2008 und 2012 nicht benannt, *D. polymorpha* kam vor. Als anthropogene Ursachen des schlechten ökologischen Zustands des Makrozoobenthos werden für

2008 und 2012 Schilfrückgang, Eutrophierung mit Bildung von Fadenalgen und invasive Arten benannt. Es ist zu beachten, dass die Artenzahl in den einzelnen Transekten niedrig, für den gesamten Großen Plöner See jedoch hoch ist (Orendt et al. 2006).

Tab. 2: Links ökologische Zustandsklassen gemäß WRRL nach Bewertung des Großen Plöner Sees anhand der Qualitätskomponenten Phytoplankton und Makrophyten (WaFIS 2022) in verschiedenen Jahren. Rechts Untersuchungen von Makrozoobenthos, Fischen und Ufer/Schilf, nur teilweise mit Einschätzung einer ökologischen Zustandsklasse (Quellen im Text). Ökologische Zustandsklasse mit Farbmarkierung 2 = gut, 3 = mäßig, 4 = unbefriedigend, o. B. = ohne Bewertung nach WRRL.

Jahr	Gesamt	Plankton	Makrophyten / Diatomeen	Makrozoobenthos	Ufer / Schilf	Fische
2000		o. B.				
2001		o. B.				
2002						o. B.
2003		o. B.				
2004	3	2	3			
2005	3	3	3		o. B.	o. B.
2006	3	3		o. B.	o. B.	o. B.
2007	3	3			o. B.	
2008	3	3		3	o. B.	
2009	3	3				
2010	3	3	3			
2011	3	3				3
2012	3	3		3		
2013	4	4	3			
2014	3	3				
2015	3	3				
2016	3	2	3		o. B.	
2017	3	2				
2018	3	3				
2019	3	2	3	4		
2020	3	2				

### 3.3 Anthropogene Belastung

Nachfolgend werden die anthropogenen Belastungen und die sich daraus potenziell ergebende Degradation des Großen Plöner Sees überschlägig charakterisiert.

**Verbau und Uferdegradation:** Die Nordbereiche beider Teilbecken des Großen Plöner Sees sind zwischen den Ortslagen Ascheberg und Plön (bis Camping Ruhleben) über weite Strecken stark verbaut. Auch bei Dersau und Bosau finden sich verbaute Bereiche, allerdings auf geringeren Uferlängen. Nach Messungen des Verfassers in Google Maps sind ca. 20 % des Ufers in Form von Ortslagen, Bootsanlegestellen, Campingbereichen oder Badestränden überprägt. Neumann & Bisler (2002) geben den Anteil verbauten Ufers mit 25 %, Brauns & Garcia (2008) mit einem deutlich höheren Anteil von 36 % an. Die unverbauten Ufer sind überwiegend von schmalen Waldstreifen umgeben, an die landwirtschaftliche Nutzflächen angrenzen.

Fell & Fell (2016) haben das Seeufer des Großen Plöner Sees nach einem Verfahren der LAWA (2015) kartiert. Sie charakterisieren das Ufer des Großen Plöner Sees als insgesamt gering verändert, wobei die Flachwasserzone als mäßig verändert aber Ufer- und Umfeldzone als gering verändert eingeschätzt werden. In Flachwasserzonen finden sich Bereiche mit rückläufigen oder geschädigten Röhrichten im Vergleich zur Situation 1959. Die Schäden werden als anthropogen beschrieben (Zugänge, Badestellen, Boote, Stege).

Am Großen Plöner See gab es einen sehr deutlichen Rückgang der Röhrichte. Eine Luftbildauswertung des Zeitraums 1953-2006 zeigt einen Rückgang um 98 % von 90 auf 2 ha. Am See sind weniger als 1 % der anhand von Wassertiefe und Substrat potenziell besiedelbaren Flachwasserzone auch tatsächlich mit Röhrichten bestanden (Schoenberg et al. 2007; Schoenberg et al. 2008). Die Autoren geben aber auch an, dass es zuvor (1880-1940) eine sehr deutliche Zunahme der Schilfbestände bzw. der mit Schilf bewachsenen Uferanteile gab (Zunahme von 50-100 %).

**Freizeitnutzung:** Der Große Plöner See ist ein beliebtes norddeutsches Tourismusziel und wird von vielen Menschen in verschiedenster Weise genutzt: Baden, Paddeln, Segeln, Tauchen, Angeln, Camping, Fahrgastschiffahrt. Allerdings ist das Gewässer sehr groß, es gibt ein Verbot der privaten Nutzung von Motorbooten und ein ausgedehntes Schutzgebiet im zentralen Flachwasser-Inselbereich.

Freizeitnutzung und Verbau/Uferdegradation hängen eng zusammen, intensive Nutzung z. B. durch Badebetrieb oder Freizeitschiffahrt führt immer auch zur Degradation im Uferbereich. Nach Einschätzung des Verfassers ist der Verbau des Großen Plöner Sees nennenswert, bleibt aber vermutlich ohne nachweisbare Effekte auf Fischgemeinschaft. Insgesamt kann die Nutzungsintensität als eher gering eingeschätzt werden, zu einer ähnlichen Einschätzung kommen auch Neumann & Bisler (2002).

Der Große Plöner See wird durch zwei Erwerbsfischer bewirtschaftet (R. Lasner und C. Foth). Durch die geringen Erträge des Sees ist die erwerbsfischereiliche Nutzungsintensität als gering einzuschätzen. Angelfischereilich ist der See ein beliebtes Ziel der Region. Zahlen zu verkauften Angelkarten lagen im Rahmen des vorliegenden Gutachtens nicht vor, zudem fehlen Vergleichsangaben für andere Gewässer. Die Intensität der Nutzung kann demnach nur geschätzt werden. Aufgrund der sehr großen Gewässerfläche und der eingeschränkten Zugänglichkeit für Freizeitfischerei durch das Verbot motorisierter Boote wird angenommen, dass die angelfischereiliche Nutzungsintensität ebenfalls eher gering ist.

**Nährstoffe:** Der Große Plöner See lässt sich dem Seetyp 13 zuordnen (geschichteter Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet). Gemäß OGewV (2016) ist der Zielzustand für Seen des Typs 13 ein höchstens mesotropher Status mit Indexwerten unter 1,75. Die Orientierungswerte für einen guten ökologischen Zustand liegen bei Seetyp 13 für Gesamtphosphor bei maximal 25-35 µg/l und für die Sichttiefe bei minimal 2,5-3,5 m, d. h. im Bereich der Klassifizierung mesotroph 2.

Die Gesamtphosphor-Gehalte des Großen Plöner Sees sind aktuell deutlich höher. Sie lagen im Jahresverlauf 2021 überwiegend im Bereich 60-90 µg (WaFIS 2022). Die sommerlichen Sichttiefen hingegen lagen mit 2,8-4,4 m im genannten Referenzbereich (Sommerdaten 2018, Angaben in den chemischen Proben zur Messtelle (WaFIS 2022)).

In den letzten Jahrzehnten zeigte der Große Plöner See eine Oligotrophierung. In den 60er und 70er Jahren war der See hoch eutroph (Arp & Maier 2020; Schoenberg et al. 2008). Eine detailliertere Betrachtung der aktuelleren Entwicklung zeigt die Abnahme von Trophieparametern (Abb. 1). Der LAWA-Index hat von einem Mittelwert von 2,7 in den Jahren 2000-2005 auf einen Mittelwert von 2,3 in den Jahren 2015-2020 abgenommen. Das entspricht einer Abnahme der Zustandskategorie von eutroph auf mesotroph.

Im Betrachtungszeitraum sanken die Gesamtphosphorgehalte für Saison und Frühjahr eher kontinuierlich, mit einer geringer werdenden Abnahme. Die Parameter Chlorophyll a und Sichttiefe hingegen änderten sich eher schlagartig ab 2014 - die Chlorophyll a Gehalte waren im Vergleich zum Vorjahr deutlich verringert und nahmen danach weiter ab, die Sichttiefen hingegen stiegen kontinuierlich und deutlich an. Die Entwicklung ab 2014 lässt sich durch die Invasion und massive Vermehrung der Quagga-Muschel erklären (Arp & Maier (2020), Otto & Speth (2020), Plambeck, pers. Mitt. 2022).

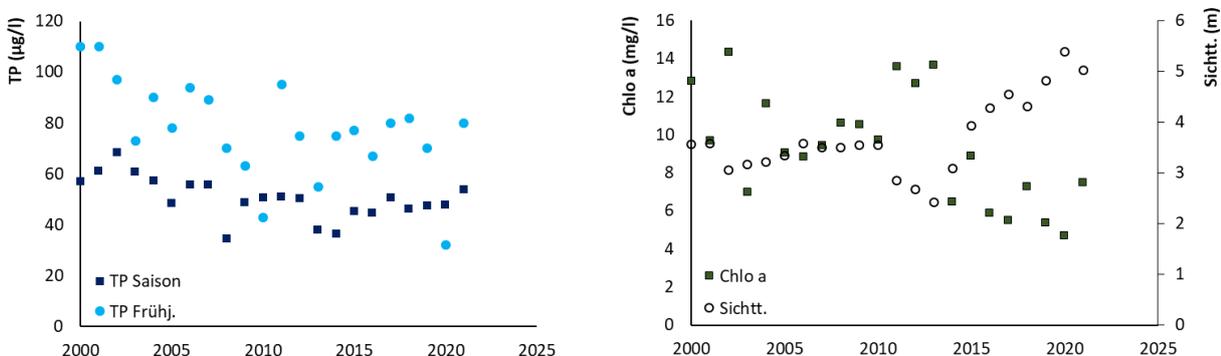


Abb. 1: Entwicklung der LAWA-Trophieparameter im Großen Plöner See im Zeitraum 2000-2021 (Daten G. Plambeck, pers. Mitt. 2022). Links Gesamtphosphor-Gehalte TP, rechts Konzentration von Chlorophyll a (Chlo a) und Sichttiefe (Sichtt.)

## 4 Methodik

### 4.1 Allgemein

Die Befischungen fanden zwischen dem 27.06. und dem 08.07.2022 statt (Kalenderwochen 26 und 27). Bei der Beprobung wurden ausgewählte Gewässerparameter erhoben, Uferbefischungen mit einem Elektrofangergerät sowie Netzbefischungen mit benthischen und pelagischen Multimaschen-Stellnetzen durchgeführt. Abb. 2 zeigt eine Übersicht der Stellorte der Netze sowie der elektrisch befischten Uferstrecken.

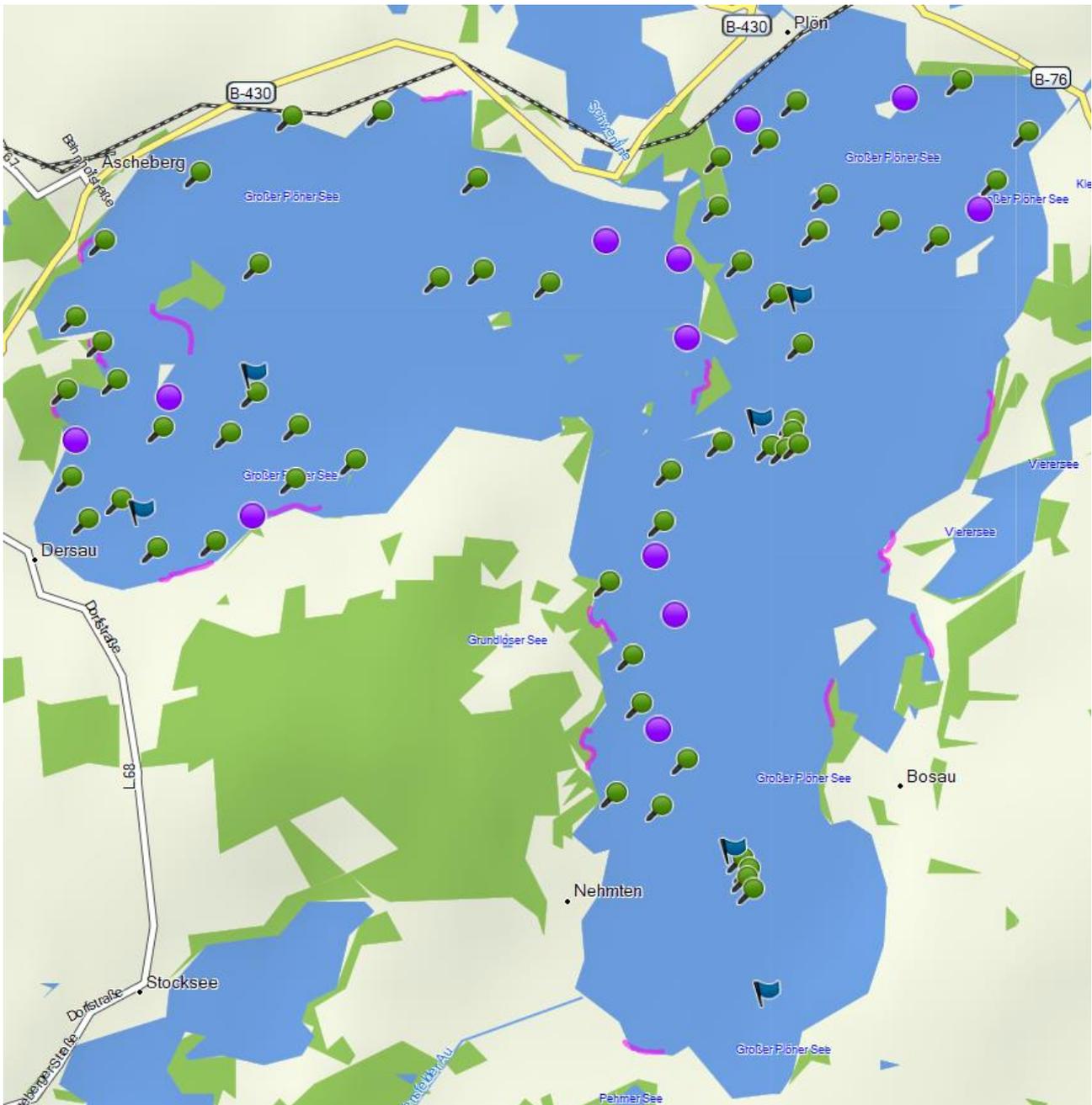


Abb. 2: Befischungsstrecken am Großen Plöner See. Grüne Nadeln: benthische Netze, blaue Fahnen: pelagische Netze, violette Kreise: großmaschige Netze, violette Linien: elektrisch befischte Strecken. Darstellung Basecamp (4.7.2) mit Karte TOPO Active (2022).

In der ersten Befischungswoche wurden die pelagischen Netze gestellt, ein Großteil der Elektrobefischungen durchgeführt (Strecken 1-13) und drei benthische Netze eingesetzt. In der zweiten Woche wurden benthischen Netze eingesetzt (Nr. 4-64) und zwei verbleibende Elektrobefischungen nachgeholt (E14, E15).

Im vorliegenden Bericht werden deutsche Namen für die Fischarten verwendet, die zugehörigen lateinischen Artnamen finden sich im Anhang 8.1.

#### **4.2 Begleitmessung**

Am 07.07.2022 wurden über einer tiefen Stelle des Gewässers die Secchi-Sichttiefe sowie Tiefenprofile von Sauerstoffgehalt und Temperatur gemessen (Messgerät WTW Multi 350i). Die Maximaltiefe der Messungen betrug gerätebedingt 39 m.

### 4.3 Elektrofischungen

Zum Nachweis von Fischarten der Uferzone wurde der Große Plöner See vom Boot aus elektrisch befischt. Bei den Befischungen wurden das Generator-Gerät FEG 5000 der Firma EFKO Leutkirchen genutzt. Die Vorgehensweise richtete sich nach den Vorgaben des europäischen Standards EN 14011 (2003).

Auftragsgemäß sollten 15 Strecken von jeweils etwa 300 m Länge bzw. mit 100 Dips befischt werden. Es wurden 15 Strecken mit einer Gesamtlänge von 5780 m und einem Aufwand von 1432 Dips befischt. Die insgesamt befischte Uferstrecke entspricht ca. 14 % der Uferlänge des Großen Plöner Sees. Die Streckenverläufe wurden mit einem GPS-Gerät aufgezeichnet (Abb. 2).

Die Erhöhung des Aufwandes bei der Streckenlänge und die (geringe) Reduzierung des Aufwandes bei der Dipanzahl sind kennzeichnend für die fast durchgängig sehr flachen, strukturarmen Ufer. Die Böden waren in der Regel sandig-kiesig, oft mit Steinen durchsetzt. Röhrichte reichten nur bis in Wassertiefen von wenigen Zentimetern, Bestände von Schwimm- oder Tauchblattpflanzen kamen kaum vor. In Kombination mit klarem Wasser sind solche Gewässerbereiche bis auf wenige Kleinfische nahezu fischfrei. Zudem ist die Fluchtdistanz größerer Fische bei Strukturarmut hoch. Unter solchen Bedingungen werden größere Strecken mit geringerer Intensität befischt.

Von den Fängen mit Elektrofischerei wurde die Art bestimmt und die Länge auf den mm genau ermittelt. Die Fische wurden nach Möglichkeit individuell vermessen, bei größeren Fängen kleiner Fische wurden artspezifische Gruppenmessungen durchgeführt. Das Wiegen entfällt gemäß EN 14011 (2003), um die Fische wieder lebend zurücksetzen zu können.

Nachfolgend werden die Strecken mit Befischungsaufwand, kurzer Beschreibung und jeweils zwei charakterisierenden Fotos kurz dargestellt (Abb. 3-Abb. 6).

- **Strecke Eo1** - Aufwand 100 Dips auf einer Strecke von 378 m, Flachwasser, sandig-kiesig, teilweise steinig, Waldrand, Totholz und überhängende Vegetation, keine submersen Makrophyten
- **Strecke Eo2** - Aufwand 100 Dips auf einer Strecke von 370 m, Flachwasser, etwas tiefer als Eo1, sandig-kiesig, teilweise steinig, Waldrand, Totholz und überhängende Vegetation, keine submersen Makrophyten
- **Strecke Eo3** - Aufwand 100 Dips auf einer Strecke von 400 m, eher sandig, mit submersen Makrophyten, Ufer Waldrand, Totholz und überhängende Vegetation
- **Strecke Eo4** - Aufwand 100 Dips auf einer Strecke von 397 m, kiesig-steinig, Waldrand, Totholz und überhängende Vegetation, keine submersen Makrophyten
- **Strecke Eo5** - Aufwand 100 Dips auf einer Strecke von 380 m, sehr flach, sandig-kiesig, Waldrand, teilweise mit Röhricht in sehr geringer seeseitiger Ausdehnung und nur bis 20 cm Wassertiefe
- **Strecke Eo6** - Aufwand 100 Dips auf einer Strecke von 400 m, sandig-kiesig, teilweise steinig, Waldrand, Totholz und überhängende Vegetation, keine submersen Makrophyten
- **Strecke Eo7** - Aufwand 100 Dips auf einer Strecke von 400 m, sehr flach, sandig, teilweise mit organischer Auflage, Waldrand, Totholz und überhängende Vegetation, keine submersen Makrophyten
- **Strecke Eo8** - Aufwand 100 Dips auf einer Strecke von 360 m, sandig-kiesig, teilweise steinig, Waldrand, Totholz und überhängende Vegetation, keine submersen Makrophyten
- **Strecke Eo9** - Aufwand 100 Dips auf einer Strecke von 410 m, sehr flach, sandig-kiesig, teilweise steinig, Waldrand, Totholz und überhängende Vegetation, keine submersen Makrophyten

- **Strecke E10** - Aufwand 100 Dips auf einer Strecke von 395 m, sehr flach, sandig, Waldrand, Totholz und überhängende Vegetation, teilweise mit Röhricht in sehr geringer seeseitiger Ausdehnung und bis 20 cm Wassertiefe,
- **Strecke E11** - Aufwand 100 Dips auf einer Strecke von 380 m, flach, sandig, überwiegend Röhricht in sehr geringer seeseitiger Ausdehnung bis 20 cm Wassertiefe, teilweise Waldrand
- **Strecke E12** - Aufwand 100 Dips auf einer Strecke von 400 m, sandig, überwiegend Röhricht in geringer seeseitiger Ausdehnung bis 30 cm Wassertiefe, Steg
- **Strecke E13** - Aufwand 90 Dips auf einer Strecke von 310 m, flach, sandig, Ufer Waldrand, Acker, Verbau und Röhricht
- **Strecke E14** - Aufwand 63 Dips auf einer Strecke von 400 m, sehr flach, überwiegend sandig mit organischer Auflage, teilweise steinig, dann überwachsen mit Dreissena spec., Waldrand, Totholz und überhängende Vegetation, keine submersen Makrophyten
- **Strecke E15** - Aufwand 79 Dips auf einer Strecke von 400 m, sehr flach, überwiegend sandig mit organischer Auflage, teilweise steinig, dann überwachsen mit Dreissena spec., Waldrand, Totholz, Vegetation, Flachwasser-Röhrichte, vereinzelt submerse Makrophyten

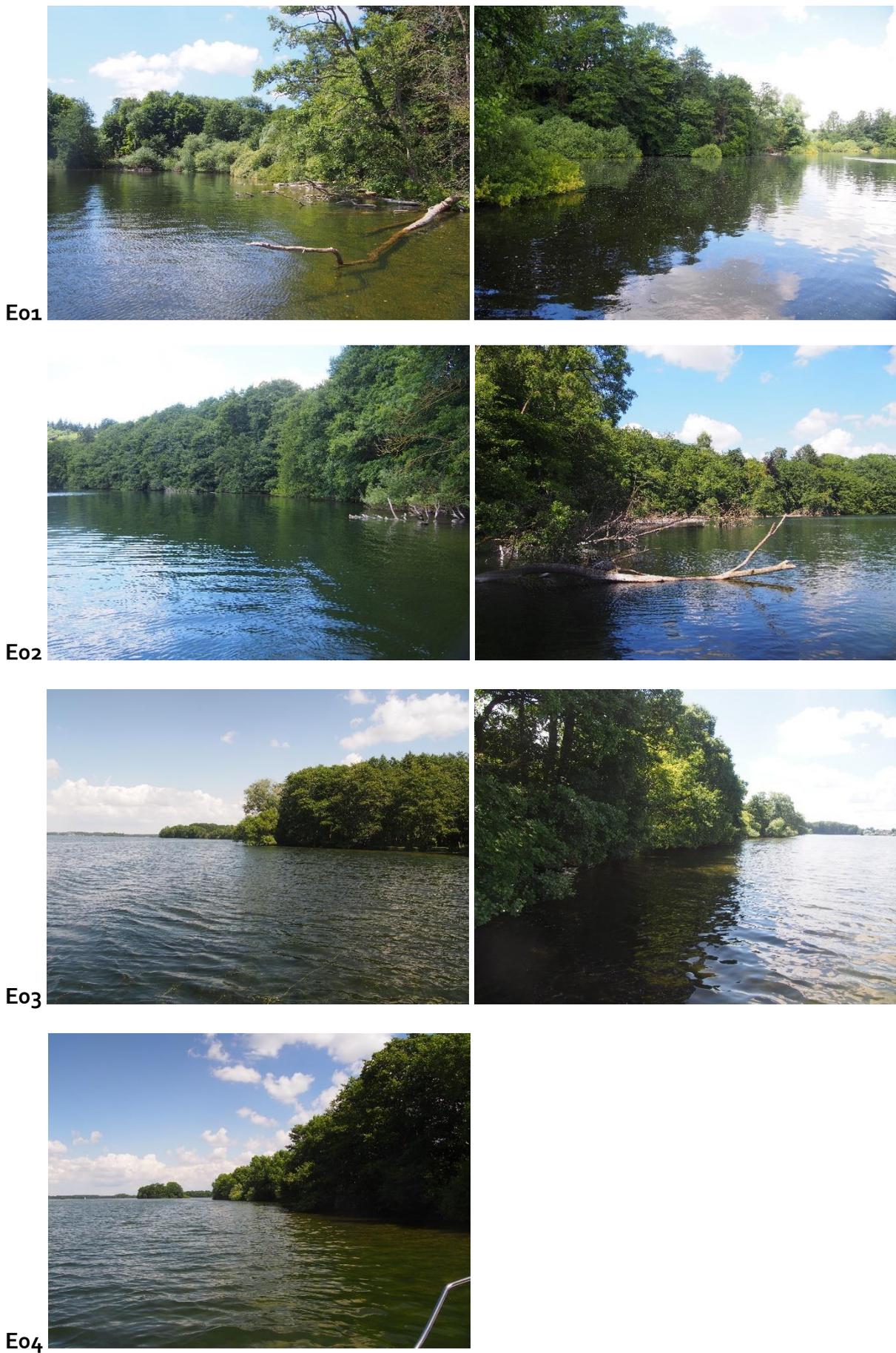


Abb. 3: Fotos zur Charakterisierung der elektrisch befischten Uferabschnitte Eo1-Eo4



Abb. 4: Fotos zur Charakterisierung der elektrisch befischten Uferabschnitte Eo5-Eo8



E09



E10



E11



E12



Abb. 5: Fotos zur Charakterisierung der elektrisch befischten Uferabschnitte E09-E12



E13



E 14



E 15



Abb. 6: Fotos zur Charakterisierung der elektrisch befassten Uferabschnitte E13-E15

#### 4.4 Netzbefischungen

Zwischen dem 27.06. und dem 08.07.2022 wurde der Fischbestand des Großen Plöner Sees mit benthischen Stellnetzen nach einem europäischen Standardverfahren (EN 14757 2015) repräsentativ beprobt. Hierbei wurden normierte Multimaschennetze randomisiert in verschiedenen Tiefenbereichen des Sees gestellt. Die Anzahl der auszubringenden Netze richtete sich nach der Gewässerfläche und -tiefe. Die Anzahlen der in den verschiedenen Tiefenzonen gestellten benthischen Netze zeigt Tab. 3 (links). Die Positionen der Netze wurden mit einem Garmin GPS-Gerät Oregon 650 aufgenommen und sind in Abb. 2 dargestellt.

Tab. 3: Zahlen gestellter Netze in den einzelnen Tiefenbereichen - links für benthische Netze nach EN 14757 (2015) und rechts für pelagische Netze.

<b>Tiefenbereich (m)</b> <b>benthisch</b>	<b>Anzahl Netze (45 m<sup>2</sup>)</b> <b>benthisch</b>	<b>Tiefenbereich (m)</b> <b>pelagisch</b>	<b>Anzahl Netze (165 m<sup>2</sup>)</b> <b>pelagisch</b>
00-03	10	00-06	6
03-06	11		
06-12	9	06-12	6
12-20	10	12-18	6
20-35	10	18-24	6
		24-30	6
		30-36	2
35-50	9	36-42	1
		42-48	1
> 50	4		
<b>Gesamt</b>	<b>63</b>		<b>34</b>

Gemäß Standardvorgaben sollen die Netze bei epilimnischen Wassertemperaturen über 15 °C ausgebracht werden, was für die Norddeutsche Tiefebene einem Zeitraum zwischen Anfang Mai und Ende Oktober entspricht. Die gemessenen epilimnischen Temperaturen bei der Befischung des Großen Plöner Sees betragen etwa 20 °C. Nach Vorgabe werden die Netze 2-3 h vor der Abenddämmerung ausgebracht und 2-3 h nach der Morgendämmerung eingeholt. Somit sind die zwei Phasen größter Aktivität der Fische eingeschlossen. Der einheitliche Zeitbezug der Befischungsergebnisse ist eine „Netznacht einschließlich zweier Dämmerungsphasen“. Die benthisch gestellten Netze sind 30 m lang und 1,5 m hoch (Fläche 45 m<sup>2</sup>.) Gemäß Standardvorgabe bestehen die Netze aus 12 Netztüchern der Maschenweiten 43/19,5/6,25/10/55/8/12,5/24/15,5/5/35/29 mm. Jedes einzelne Netztuch hat eine Länge von 2,5 m. Bei der Probennahme des IfB kamen Netze der Spezifikation nach EN 14757 (2015) zum Einsatz. Wassertemperatur und Stellzeiten wurden eingehalten. Es gab kleine Abweichungen der realisierten Stelltiefen von der Vorgabe des EN (Tab. 3). Ein Netz ging verloren, wahrscheinlich durch Diebstahl oder Vandalismus. Durch einen Sprung in der Gewässertiefe wurden zudem im Bereich 03-06 m elf Netze und im Bereich 06-12 m neun Netze gestellt (statt jeweils zehn). Ein Einfluss auf die Ergebnisse der Befischungen ist bei der hohen Netzzahl sehr unwahrscheinlich.

Es wurden auch pelagische Netze gestellt. Der EN-Standard umfasst keine eindeutigen Vorgaben zur Anzahl der pelagischen Netze. Empfohlen wird mindestens eine Netzsäule, die das gesamte Tiefenprofil an der tiefsten Stelle des Sees abdeckt. Nach EN-Standard sollten die Netze vorzugsweise den beschriebenen benthischen Netzen gleichen, können aber höher sein (EN 14757 2005). Das IfB nutzt 6 m hohe Netze ohne die Maschenweite 5 mm. Die pelagischen Netze haben zusätzlich ein großmaschiges Paneel mit einer Maschenweite von 70 mm. Da hier keine Fische

gefangen wurden, wird es im weiteren Bericht nicht berücksichtigt. Die Netzfläche eines pelagischen Multimaschennetzes wird demnach mit 165 m<sup>2</sup> berücksichtigt (11 Paneele zu je 2,5\*6 m).

Gemäß Leistungsbeschreibung sollten 36-38 pelagische Netze wie folgt gestellt werden:

- 2 Säulen mit 4 Netzen (24 m)
- 2 Säulen mit 6 Netzen (36 m)
- 2 Säulen mit 8-9 Netzen (48-54 m)

Die vorgegebenen Maximaltiefen für die Netzsäulen konnten nicht eingehalten werden, da das Echolot des IfB in den Bereichen der Maximaltiefen der Tiefenkarte geringere Wassertiefen anzeigte bzw. die Bereich mit sehr großen Tiefen nicht gefunden wurden. Es wurden sechs pelagische Netzsäulen mit insgesamt 34 Netzen gestellt (Tab. 3, rechts).

In den Fängen der „normalen“ Multimaschennetze gemäß Standardvorgaben sind große Fische ab 40 cm Länge unterrepräsentiert oder sie werden nicht nachgewiesen, z. B. größere Bleie, Karpfen oder Welse (Olin et al. 2009; Šmejkal et al. 2015). Für den Nachweis dieser Arten bzw. Größenklassen wurden zusätzlich zu den Vorgaben der Leistungsbeschreibung großmaschige Stellnetze gestellt. Diese Netze mit den Maschenweiten 70, 90 und 110 mm sind jeweils 50 m lang und 1,5 m hoch. Die Netze jeder Maschenweite wurden jeweils vier Mal gestellt (12 zusätzliche Großmaschen-Netznächte). Wie die die Multimaschen-Netze werden auch die Großmaschen-Netze auf den Gewässerboden gestellt (benthisch). Sie wurden bis in Tiefen von 18 m eingesetzt. Die Methodik weicht von den bisherigen Befischungen an den Seen Schleswig-Holsteins ab. Bis dato wurden die Standardnetze durch großmaschige Paneele ergänzt. Durch die am Großen Plöner See deutlich erhöhte Fläche großmaschiger Netze sollte der Nachweis der seltenen großen Fische verbessert werden. Am Großen Plöner See wurden mit dieser Vorgehensweise vier große Fische gefangen (Bleie mit ca. 60-75 cm Länge und 4-6 kg Stückmasse). In den früheren Befischungen an Seen Schleswig-Holsteins wurde kein Fisch in den Großmaschen-Einzelpaneelen nachgewiesen. Somit scheint die Anpassung der Methode sinnvoll zu sein.

Die Fänge mit den großmaschigen Netzen sollen Zusatzinformationen zum Fischbestand liefern. Sie werden in allen Aspekten der Auswertung getrennt abgehandelt. Fischbestandsmerkmale wie Einheitsfänge, Anteile und Längen-Häufigkeitsverteilungen sind methodenspezifisch, die Fänge mit Großmaschen werden nicht mit den Fängen der Multimaschennetze kombiniert. Damit ist die Vergleichbarkeit mit früheren Untersuchungen gegeben und es wird den methodischen Vorgaben des DeLFI gefolgt.

Von allen mit Netzen gefangenen Fischen wurde die Art bestimmt, die Totallänge in (mm) gemessen und die Masse auf 1 g genau gewogen.

## 4.5 Auswertung

Im Vorhaben wurden Fische mit benthischen, pelagischen und großmaschigen Netzen, sowie mit Elektrofischerei gefangen. Die Fangergebnisse wurden in einer vorgegebenen Struktur an den Auftraggeber übermittelt. Die eingesetzten Methoden werden für die nachfolgende Auswertung teilweise getrennt ausgewertet, teilweise zusammengefasst.

### 4.5.1 Fischarten: Wachstum und Populationsaufbau

#### 4.5.1.1 Altersschätzungen

Zur Prüfung von Wachstum und Populationsaufbau wurden an den Fischarten Barsch, Kleine Maräne, Plötze und Hecht Altersschätzungen an Schuppen durchgeführt. Die Schuppen wurden oberhalb der Seitenlinie auf Höhe der Rückenflosse entnommen. Bei der Entnahme der Schuppen wurde darauf geachtet, Proben über das vorhandene Spektrum an Fischlängen hinweg zu nehmen. Ziel war es, das Alter von 30 Individuen pro Art zu untersuchen, das war jedoch nicht realisierbar. Vom Barsch wurden 22 Schuppenproben entnommen, von der Plötze 12, von der Kleinen Maräne 14 und vom Hecht 3. Die Altersschätzungen erfolgten durch Auszählen der Winterringe (Annuli) an einem Binokular mit Messokular.

Im folgenden Text wird das Alter immer als Anzahl der vorhandenen Annuli angegeben. Angaben wie die Anzahl der Sommer (z. B. einsömmerig für Tiere ohne Annulus oder mit einem Annulus vor der Vegetationsperiode) oder die Angabe von „+“ (z. B. 1 als Alter von Tieren mit einem Annulus vor und 1+ für Tiere mit einem Annulus nach der Reproduktionsphase) werden für eine bessere Verständlichkeit vermieden.

Zusätzlich zur Altersbestimmung wurden die Radien der Schuppe insgesamt sowie bis zu den einzelnen Winterringen vermessen. Gemessen wurde immer von der Kernzone bis zum Anfang der Annuli. Da die Schuppen nicht kreisrund sind, wurden die Radien immer in der gleichen Richtung gemessen. Die Messungen erfolgten in den Bereichen der besten Erkennbarkeit bzw. dem größten Radius der Schuppe, jeweils von der Kernzone aus horizontal in craniale Richtung bei der Kleinen Maräne, diagonal nach cranial-ventral beim Barsch, horizontal nach caudal bei der Plötze und horizontal nach cranial beim Hecht.

Die Längerrückberechnung erfolgte in zwei Schritten. Zunächst wurde die Beziehung zwischen Gesamt-Schuppenradius und Körperlänge geprüft. Dann konnte anhand der ermittelten Beziehung berechnet werden, wie lang ein Fisch bei Anlage der Annuli war. Für die altersabhängige Länge der Fische wird demnach unterschieden zwischen

$L_{\text{mess}}$ : Die gemessene Länge der Fische mit der entsprechenden Anzahl an Annuli zum Zeitpunkt des Fangs im Juni/Juli 2022

$L_{\text{rück}}$ : Die rückberechnete Länge der Fische zum Zeitpunkt der Anlage des jeweiligen Annulus

Die mittlere gemessene Länge bei der Befischung im Sommer nach Anlage des jeweiligen Annulus sollte dabei größer sein, als die mittlere rückberechnete Länge bei Anlage des Annulus (also zu Beginn des vorhergehenden Winters).

Die Anzahl der gemessenen Längen pro Altersstufe ist immer geringe als die Anzahl der rückberechneten Längen – für ältere Fische können immer auch die Längen für vorhergehende Annuli berechnet werden. Zum Beispiel kann für einen Fisch mit 3 Annuli die Länge für die Anlage bei 1, 2 und 3 Annuli berechnet werden – es wird aber nur die Länge im Sommer nach Anlage des 3. Annulus gemessen.

Bei der Längenrückberechnung variiert der Stichprobenumfang in einigen Fällen, weil das Vermessen einzelner Ringdurchmesser durch schlechte Erkennbarkeit nicht möglich war.

#### 4.5.1.2 Wachstumsgleichungen nach von Bertalanffy

Für Kleine Maränen, Plötzen und Barsche wurden Wachstumsgleichungen nach von Bertalanffy ermittelt (von Bertalanffy 1957). Die Beziehung zwischen Länge und Alter ist dabei:

$$LD = L_{\max} * (1 - e^{-K * (D - D_0)})$$

LD Die Länge für ein gegebenes Alter

L<sub>max</sub> Die absolute Maximallänge, die ein Fisch der Art im Gewässer erreichen kann

K Ein Maß für die Krümmung der Kurve

D Das Alter

D<sub>0</sub> Ein hypothetisches Alter mit einer resultierenden Länge von 0

Die Konstanten L<sub>max</sub>, K und D<sub>0</sub> wurden zunächst mit Hilfe des Excel-Add-Ins „Solver“ iterativ ermittelt. Dazu wird eine vorläufige Wachstumsgleichung festgelegt und die quadrierten Abweichungen der realen Länge von der berechneten Länge ermittelt. Das Add-In Solver kann dann iterativ die Konstanten ändern, so dass die Summe der Abweichungen minimal wird. Anschließend wurden die Konstanten manuell weiter geändert, da so eine zusätzliche Minimierung der Summe der Abweichungsquadrate erzielt werden konnte.

#### 4.5.1.3 Längen-Häufigkeitsverteilungen

Für alle Fischarten, von denen über zehn Individuen gefangen wurden, wurden Längen-Häufigkeitsverteilungen erstellt. Dabei wurden alle Fanggeräte einbezogen und die Klassenbreite 1 cm gewählt. Anhand der Längen-Häufigkeitsverteilungen können Kohorten identifiziert werden. Diese entsprechen den Spitzen von Normalverteilungen in der Abbildung. Kohorten sind Fische vergleichbarer Längen und damit idealerweise einer Altersgruppe.

Bei größeren Wachstumsunterschieden innerhalb einer Art, bei Kleinfischarten oder bei älteren Tieren, sind Kohorten oft schwer identifizierbar. Zudem können Überlappungen der Kohorten zu falschen Verteilungsspitzen führen. Die Identifikation der Kohorten wurde daher durch die Altersschätzung anhand von Schuppen und mit Literaturangaben abgesichert und dann zur Einteilung der Entwicklungskategorien genutzt. Die Diagramme wurden artspezifisch hinsichtlich folgender Aspekte analysiert:

- Sind Jungfische des Untersuchungsjahres vorhanden? Sind bei Arten mit methodisch schlecht nachweisbaren Jungfischen die Kohorten des Vorjahres erkennbar (z. B. bei sommerlich laichenden Arten)?
- Welche Altersstufen lassen sich anhand der Kohorten und einem Vergleich der Fischlängen mit Literaturdaten identifizieren?
- Nehmen die Kohorten-Häufigkeiten mit zunehmendem Alter ab? Fehlen Kohorten bzw. Großengruppen als Hinweis auf Reproduktionsdefizite oder grössenselektive Mortalität?

#### 4.5.1.4 Entwicklungskategorien

Die Fische wurden anhand der Längen-Häufigkeitsverteilungen, der Altersbestimmungen und der

Wachstumsrückberechnungen in folgende Entwicklungskategorien eingeteilt:

- Juvenil: Bezeichnet Jungtiere aus dem Untersuchungsjahr, d.h. ohne Annulus. Juvenile werden bei Sommerlaichern durch die geringe Größe zum Befischungszeitpunkt oft nicht nachgewiesen
- präadult: Bezeichnet Tiere mit mindestens einem Winterring, die aber noch nicht geschlechtsreif sind. Trifft nur für Arten zu, die frühestens nach dem dritten Sommer (mit 2 Winterringen) geschlechtsreif werden.
- adult: geschlechtsreife Tiere

Die Längen-Obergrenze für juvenile Fische lässt sich in der Regel anhand der Längen-Häufigkeitsverteilung ermitteln. Die Längen-Untergrenze für adulte Fische wurde aus der Literatur übernommen oder anhand des Alters bei Eintritt der Geschlechtsreife nach Kottelat & Freyhof (2007), aus weiteren Literaturangaben und aus den Längen-Häufigkeitsverteilungen ermittelt. Als präadult wurden Individuen mit Längen zwischen der Längen-Obergrenze für Juvenile und der Längen-Untergrenze für Adulte charakterisiert. Diese Entwicklungskategorien werden in den Fangauswertungen dargestellt und dienen der Bewertung von eigenständiger Reproduktion und Jungfischauftreten.

Bei Fischarten, die im Geburtsjahr oder nach dem ersten Winter (mit einem Annulus) geschlechtsreif werden, trifft die Kategorisierung in die Stadien juvenil, präadult und adult in der genannten Definition nicht zu. Juvenile werden zumindest bei Sommerlaichern oft nicht nachgewiesen, präadulte Tiere kommen hier nicht vor.

#### 4.5.2 Fischgemeinschaft: Artenzahl, Einheitsfänge und Anteile

Im Projekt wurden Fische mit benthischen Netzen, pelagischen Netzen und Elektrofischerei gefangen. Die eingesetzten Fangmethoden bilden die Fischgemeinschaften unterschiedlicher Habitate ab: die Elektrofischerei die der ufernahen Flachwasserzonen, benthische Netze die der bodennahen Bereiche und pelagische Netze die des Freiwassers.

Für die Analyse des **Arteninventars** (Vorkommen ja/nein) werden die nachgewiesenen Arten methodenspezifisch sowie als Gesamtergebnis aller Methoden betrachtet. Informationen aus Befragungen und Gesprächen vor Ort werden ebenfalls einbezogen.

**Einheitsfänge** sind vergleichbare Angaben zur gefangenen Fischmenge. Dabei werden die Fänge als Anzahl oder Biomasse in Bezug zum Aufwand gesetzt. Für die Elektrofischerei werden Einheitsfänge als Anzahl pro 100 m befischter Uferstrecke bzw. als Fang pro 100 Dips berechnet, für die Netzfischerei als Anzahl oder Biomasse pro 100 m<sup>2</sup> Netzfläche. Einheitsfänge beziehen sich nachfolgend auf den Gesamtfang, sie lassen sich bei Bedarf aber auch artspezifisch berechnen.

Die **Fischartenzusammensetzung** wird über die Anteile der Arten am Gesamtfang analysiert, auch hier erfolgt die Auswertung methodenspezifisch. Für die Fänge der Elektrofischerei kann die zahlenmäßige Zusammensetzung ausgewertet werden, für die Fänge mit benthischen oder pelagischen Netzen können die Zusammensetzungen von Anzahl und Masse ausgewertet werden.

Die Ergebnisse der einzelnen Fangmethoden lassen sich nicht miteinander verrechnen, um quantitative Aussagen zu einem Gesamtfischbestand oder zu Artanteilen des Gesamtgewässers zu treffen. Einheitsfänge und Fischartenzusammensetzung werden daher im Ergebnisteil nach Befischungsmethoden getrennt dargestellt.

### 4.5.3 Mortalitäten

Im Vorhaben sollten für die Arten mit Altersschätzungen (Barsch, Kleine Maräne, Plötze) Jahrgangsmortalitäten ermittelt werden. Mortalitäten werden im Grundsatz über die Verfolgung der Abundanzen von Kohorten über mehrere Jahre hinweg ermittelt. Bei einer einmaligen Befischung ist das nicht möglich. In diesem Fall werden die einmaligen Fänge mehrerer Kohorten als repräsentativ für den mehrjährigen Fang einzelner Kohorten betrachtet.

Elektrobefischungen und Netzfänge lassen sich nicht zu einer Gesamtbestandsschätzung kombinieren (s. o.). Mortalitäten müssen daher getrennt für die einzelnen Methoden bestimmt werden. Es wurde jeweils die Methode mit der größten Anzahl an Individuen der jeweiligen Art genutzt. Für Plötze und Barsch kann demnach die Mortalität anhand der Fänge mit benthischen Netzen berechnet werden, für die Kleine Maräne anhand der pelagischen Netze.

Für die Ermittlung der Mortalitäten wurde allen Individuen der jeweiligen Arten ein Alter zugeordnet. Anhand von Längen-Häufigkeitsverteilungen in Kombination mit der Altersbestimmung einschließlich der Längenrückberechnungen sowie mit Hilfe von Literaturangaben wurden überschneidungsfreie Längengrenzen für jedes Alter festgelegt.

Zunächst wurden die Fangzahlen in den jeweiligen Netzen ermittelt und die prozentuale Mortalität von Altersstufe zu Altersstufe berechnet. Anhand dieser Jahrgangsmortalität kann ein Überblick über die Daten und die Jahrgangsschwankungen gewonnen werden. Zusätzlich wurde die jährliche Gesamtmortalität berechnet. Sie wird als Z-Wert beschrieben, der sog. instantaneous mortality rate (unmittelbare Mortalitätsrate):

$$Z = -\ln \frac{N_t}{N_0}$$

Die Werte von Z wurden ermittelt, indem der natürliche Logarithmus der gefangenen Individuenzahl über dem Alter aufgetragen wurde. Z entspricht dann dem Absolutwert der Steigung der Regressionsgeraden. Aus der instantaneous mortality rate Z wiederum lässt sich die jährliche Mortalitätsrate A berechnen:

$$A = 1 - e^{-Z}$$

A ist eine dezimale Angabe der relativen jährlichen Mortalität, z. B. entspricht A = 0,3 einer mittleren jährlichen Mortalität von 30 %.

Für den Großen Plöner See konnten die altersspezifischen Individuenzahlen bei den drei Arten nicht zuverlässig abgegrenzt werden. Ursache waren methodische Einschränkungen der längenspezifischen Nachweisbarkeit, insbesondere mangelnder Nachweis kleiner Individuen. Zudem überlappten die Längen der altersspezifischen Kohorten. Einzelne Mortalitäten von Jahr zu Jahr ließen sich berechnen, Mortalitätsraten A und Z jedoch nicht.

### 4.5.4 Gesundheitszustand der Fische

Während der Vermessung der Fische wurden alle Tiere auf augenscheinlich erkennbare klinische Auffälligkeiten geprüft. Die Tiere wurden nicht mit Hilfe von Lupen oder Teilpräparationen untersucht. Fische mit erkennbaren Auffälligkeiten sollten fotografisch dokumentiert und für eine eventuelle detaillierte Untersuchung tiefgefroren werden. Es waren jedoch keine augenscheinlich erkennbaren klinischen Auffälligkeiten zu beobachten.

#### 4.6 Fischbasierte Bewertung des ökologischen Zustandes nach DeLFI

Die Ergebnisse der Befischung am Großen Plöner See wurden für eine fischbasierte Gewässerzustandsbewertung nach DeLFI genutzt (Ritterbusch & Brämick 2015). Der DeLFI umfasst zwei Module: das gewässerspezifische Modul DeLFI-Site für Gewässer über 1.000 ha und das auf Gewässertypen basierende Modul DeLFI-Type für Gewässer mit Flächen unter 1.000 ha. Bei der Gewässerfläche des Großen Plöner Sees wäre das SITE-Modul anzuwenden. Da das Vorhaben auch der Plausibilitätsprüfung des DeLFI-Verfahrens und dem Vergleich der Module dient, wurde zusätzlich das Modul DeLFI-Type angewandt. So können die Bewertungsergebnisse der Module verglichen werden. Nachfolgend wird eine stark gekürzte Übersicht des Verfahrens geliefert, Details sind in Ritterbusch & Brämick (2015) und Ritterbusch (2017) beschrieben.

Im ersten Schritt des Verfahrens wird dem Großen Plöner See ein Gewässertyp nach Ritterbusch et al. (2014) zugeordnet; in diesem Fall ist der Typ TIEF zutreffend (geschichteter See mit einer Maximaltiefe über 30 m).

Beim **gewässerspezifischen Modul DeLFI-Site** wird eine Referenzliste erstellt, die alle Fischarten des Gewässers in einem anthropogen unbeeinflussten Zustand mit artspezifischen, semiquantitativen Häufigkeitsangaben umfasst. Auch für den aktuellen Zustand wird ein Fischarteninventar mit Häufigkeitsangaben erstellt. Dazu werden Daten der Berufs- und Angelfischerei oder Literaturquellen genutzt und durch die Ergebnisse der durchgeführten wissenschaftlichen Datenerhebungen ergänzt. Über einen Vergleich der aktuellen Fischgemeinschaft mit der Referenz werden bewertungsrelevante Fischgemeinschaftsmerkmale (Metrics) berechnet. Die Metrics werden zunächst einzeln bewertet und zu einer Gesamtbewertung zusammengefasst (EQR - ecological quality ratio). Dem EQR wird eine ökologische Zustandsklasse zugeordnet: sehr gut, gut, mäßig, unbefriedigend oder schlecht. Für den Großen Plöner See lagen eine Referenzliste sowie eine frühere Bewertung nach dem Site-Modul vor (Neumann 2011). Die aktuelle Bewertung mit dem Site-Modul erfolgt auf der Basis von Neumann (2011) unter Berücksichtigung der neuen Befischungsergebnisse.

Beim **typspezifischen Modul DeLFI-Type** werden Soll-Werte für bestimmte Metrics für den jeweilige Seetyp vorgegeben (es wird keine seespezifische Referenzfischgemeinschaft ermittelt). Die Metrics basieren auf den Fängen mit benthischen Multimaschenstellnetzen nach EN 14757 (2015), wobei die Netze aller Tiefenstufen zusammengefasst werden. Fänge mit pelagischen Netzen oder mit Elektrofischerei fließen hinsichtlich des Artenspektrums ein. In Abhängigkeit von vorgegebenen typspezifischen Grenzwerten werden auch hier Punkte für die einzelnen Metrics vergeben, die dann zu einem EQR-Wert bzw. einer ökologischen Zustandsklasse verrechnet werden. Das Arteninventar und die quantitativen Angaben zur Befüllung der Eingabemaske konnten den Tabellen des Ergebnisteils entnommen werden. Die Medianwerte der individuellen Biomassen von Barschen  $\geq 6$  g und Plötzen  $\geq 14$  g wurden gesondert berechnet.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Begleitmessung

Die Begleitmessung zur Befischung fand am 07.07.2022, nachmittags, bei bewölktem und leicht regnerischem Wetter statt. Die Sichttiefe betrug 3,3 m, was bei geschichteten Seen des Norddeutschen Tieflands einen mittleren mesotrophen Zustand charakterisieren würde (Riedmüller et al. 2013a).

Der Große Plöner See wies eine ausgeprägte Sprungschicht auf. Unterhalb von 6 m Tiefe war eine schnelle Temperaturabnahme zu beobachten, die ab etwa 12 m Tiefe langsamer verlief. Die geringste gemessene Temperatur lag bei 7,6 °C.

Zwischen 6 und 8 m Tiefe gab es eine deutliche Abnahme des Sauerstoffgehaltes von 9,3 auf 5,3 mg/l. Unterhalb dieses Tiefenbereiches stiegen die Sauerstoffkonzentrationen wieder an und lagen in den tiefsten Bereichen bei etwa 8,0 mg/l. Die niedrigste Sauerstoffkonzentration zum Untersuchungszeitpunkt war damit im Metalimnion zu finden.

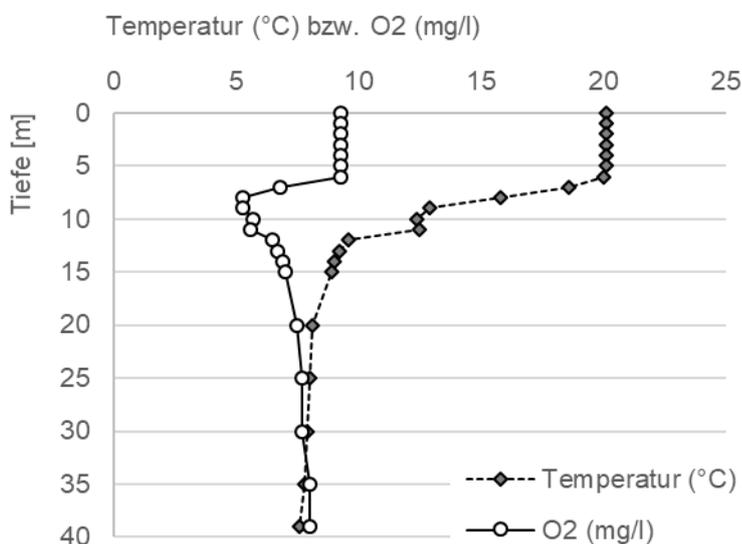


Abb. 7: Großer Plöner See: Tiefenprofile für Temperatur und Sauerstoff am 07.07.2022

## 5.2 Befragung und Beobachtungen

Herr R. Lasner ist Inhaber der Fischerei und Räucherei Lasner in Ascheberg. Er bewirtschaftet den Großen Plöner See seit 2001. Herr Lasner berichtete während der Befischungskampagnen von seinen Beobachtungen auf dem Großen Plöner See, auch im Vergleich zu den Beobachtungen seiner Vorgänger im Familienbetrieb der Fischerei (seit 1954 am Großen Plöner See).<sup>1</sup>

Nach den Beobachtungen von Herrn Lasner hat sich der Große Plöner See über längere Zeiträume hinweg ökologisch verändert und der Fischbestand hat allgemein deutlich abgenommen. Der See unterliegt einer Nährstoffverarmung mit den Effekten einer zunehmenden Sichttiefe und vermehrten Aufkommen von Tauchblattpflanzen. Die Röhrichte am See sind rückläufig. Zudem nahmen bzw. nehmen die Zebramuschel und evtl. auch die Quagga-Muschel deutlich zu. Als maßgeblich für den Fischbestand sieht Herr Lasner die langfristige Zunahme und den aktuell hohen Bestand der Kormorane am Großen Plöner See an. Eine Kolonie befindet sich ca. 3 km vom Großen Plöner See entfernt. Herr Lasner schätzt die Anzahl der auf dem See jagenden Kormorane auf etwa 7.000 Tiere, zu Durchzugszeiten noch mal höher.

Ähnlich wie Herr Lasner äußerte sich auch Herr Reese in den Medien. Der ehemalige zweite Erwerbsfischer auf dem Großen Plöner See (Herr Foth ist der Nachfolger). Nach Aussagen von Herrn Reese haben Nährstoffreduktion, hohe Sichttiefen und die intensive Bejagung durch Kormorane zu einer so weit gehenden Abnahme der fischereilichen Erträge geführt, dass eine wirtschaftliche Fischerei auf dem Großen Plöner See nicht mehr möglich ist.<sup>2</sup>

Herr Lasner gibt für Fischarten des Großen Plöner Sees, die 2022 durch das IfB nicht gefangen wurden, folgende Häufigkeiten an:

- Großmaräne:                selten, werden besetzt
- Ukelei                        selten
- Zander                        sehr selten
- Seeforellen                sehr selten

Es lassen sich Änderungen des Fischbestandes am Großen Plöner See beobachten, die von Herrn Lasner auf die Zunahme der Prädation durch Kormorane zurückgeführt werden:

- Deutliche Abnahme der Bestände von Plötze und Rotfeder
- Abnahme des Bleis und Änderung des Bestandsaufbaus zu kleinen oder sehr großen Tieren, Zwischengrößen fehlen
- Auch beim Aal besteht der Bestand besteht aus kleinen oder sehr großen Tieren, viele Tiere zeigen Verletzungen durch Schnäbel der Kormorane

Im Großen Plöner See werden Aale, Kleine Maräne und Großmaräne regelmäßig besetzt. Es gibt Einzelnachweise von Störartigen, die aber aus einer einzelnen, nicht abgesprochenen Einfuhr durch Privatpersonen stammen dürften.

---

<sup>1</sup> [www.fischereilasner.de/%C3%BCber-uns/](http://www.fischereilasner.de/%C3%BCber-uns/)

<sup>2</sup> <https://www.shz.de/lokales/eutin-ostholstein/artikel/neue-verhaeltnisse-auf-ploener-see-41677075>

## 5.3 Fischarten: Populationsaufbau und Wachstum

### 5.3.1 Altersschätzungen und Wachstum

Die altersspezifischen Längen der untersuchten Fische zeigt Tab. 4. Links sind die gemessenen, rechts die rückberechneten Längen dargestellt. Die rückberechneten Längen für den Zeitpunkt der Anlage des Annulus (November-Dezember) liegen erwartungsgemäß fast immer unter den gemessenen Längen für Juli.

Tab. 4: Altersabhängige Längen von Barschen, Kleinen Maränen, Plötzen und Hechten aus dem Großen Plöner See bei Fängen Anfang Juli 2022. Links gemessene Gesamtlängen der Fische des entsprechenden Alters (Lmess). Rechts rückberechnete Längen bei Anlage der Annuli (Lrück). Angegeben sind jeweils Mittelwert (MW), Minimum (Min), Maximum (Max) und Anzahl der untersuchten Schuppen mit entsprechendem Annulus (n).

Art	Annulus	Lmess	Lmess	Lmess	Lmess	Lrück	Lrück	Lrück	Lrück
		MW (cm)	Min (cm)	Max (cm)	n	MW (cm)	Min (cm)	Max (cm)	n
Barsch	1	12,7	10,7	14,1	10	9,2	7,0	14,8	20
Barsch	2	15,2	15,2	15,2	2	10,8	8,6	14,5	11
Barsch	3	16,0			1	14,3	12,3	17,4	7
Barsch	4	-	-	-	-	17,6	15,8	21,1	8
Barsch	5	23,1	21,3	25,3	4	20,6	18,3	25,2	8
Barsch	6	29,2	28,0	30,4	3	24,5	22,1	28,4	5
Barsch	7	28,4			1	25,5	25,2	25,9	2
Barsch	8	31,6			1	29,6			1
Hecht	0	17,6	16,2	19,8	3		-		
Kl. Maräne	1	19,5	17,3	20,6	11				
Kl. Maräne	2	22,2	21,4	23,0	2		-		
Kl. Maräne	3	24,3			1				
Plötze	1	10,5	9,0	12,1	3	7,7	6,3	8,7	11
Plötze	2	11,3	11,0	11,5	2	12,1	10,0	13,2	8
Plötze	3	17,6	17,2	18,1	3	16,6	15,2	19,7	6
Plötze	4	19,9	18,9	20,8	2	20,8	18,5	23,4	3
Plötze	5	28,2			1	26,0	23,8	28,2	2
Plötze	6	29,0			1	27,8			1

Die für die Rückberechnung genutzten Korrelationen zwischen Schuppenradius und Totallänge der Fischarten zeigt Abb. 8. Bei Barsch und Plötze sind gute Korrelationen mit hohen Koeffizienten vorhanden, die ein Wachstumsrückberechnung ermöglichen. Bei der Kleinen Maräne hingegen gibt es überraschenderweise keine Korrelation zwischen Fischgröße und Schuppengröße. Die Ursachen sind nicht festzustellen - eine Wachstumsrückberechnung ist jedoch nicht möglich.

Für den Hecht wurden nur drei Jungtiere ohne Annulus nachgewiesen, auch hier ist keine Rückberechnung möglich. Im Literaturvergleich zeigt sich ein extrem unterschiedliches Wachstum von Hechten. Die Exemplare aus dem Großen Plöner See sind mit Längen von 16-20 cm als gut wachsend zu bezeichnen (Bauch 1970; Schaarschmidt et al. 2005).

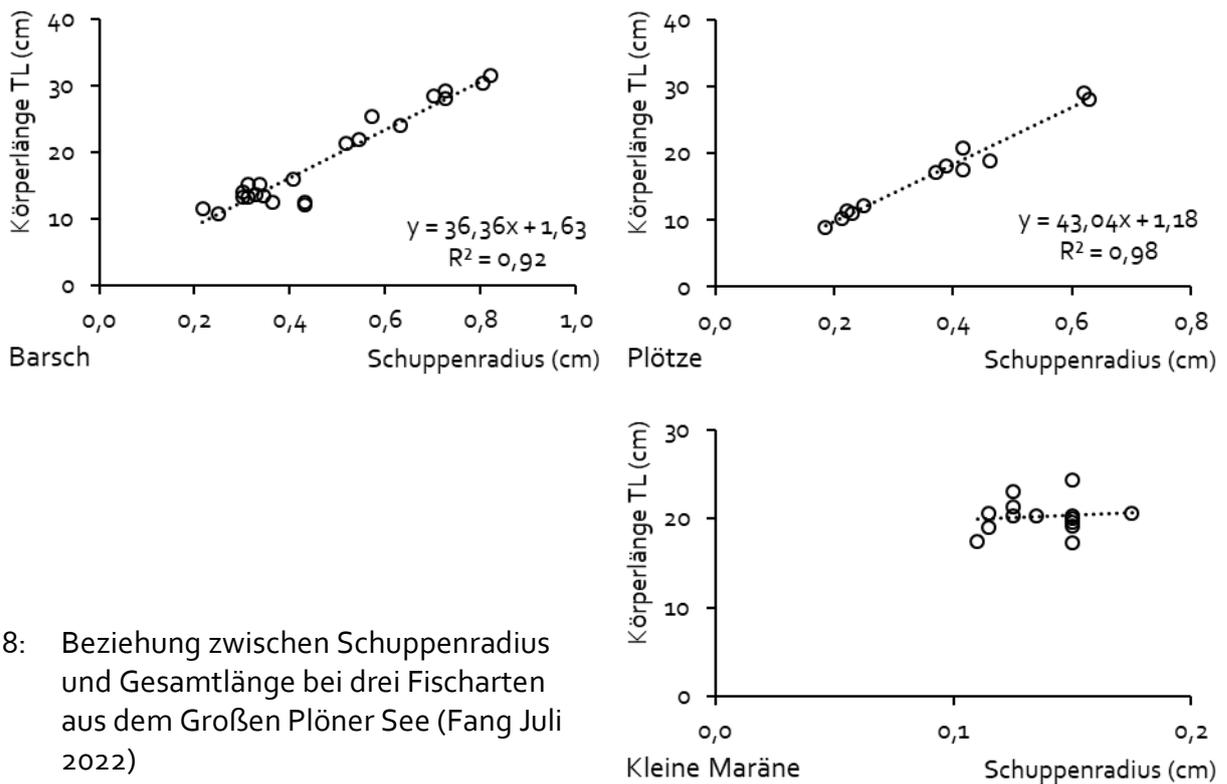


Abb. 8: Beziehung zwischen Schuppenradius und Gesamtlänge bei drei Fischarten aus dem Großen Plöner See (Fang Juli 2022)

Anhand der Beziehungen zwischen Alter und Länge lassen sich für die weiteren Arten Wachstumskurven ermitteln. Über einen Literaturvergleich kann dann das Wachstum im Großen Plöner See eingeschätzt werden. Abb. 9 zeigt die altersspezifischen Längen im Literatur-Vergleichsrahmen für Barsch, Plötze und Kleine Maräne.

Die Altersschätzungen beim Barsch ergeben plausible Ergebnisse, die entsprechenden Längen nehmen zu und folgen dem Verlauf einer Wachstumskurve. Barsche zeigen im Großen Plöner See ein sehr gutes Wachstum. Die altersspezifischen Längen liegen im oberen Bereich von Vergleichsdaten aus der Literatur (Bauch 1970; Heibo & Magnhagen 2005; Le Cren 1992; Ritterbusch et al. 2017a, 2020).

Auch bei der Plötze sind die Ergebnisse der Altersschätzung plausibel. Es scheint bei den altersspezifischen Längen aber keine kontinuierliche Zunahme in Form einer Wachstumskurve nach von Bertalanffy gegeben zu haben. Vielmehr zeigen sich Wachstumssprünge zwischen den Altersstufen mit 2 und mit 3 sowie mit 4 und mit 5 Annuli. Plötzen zeigen bis zu einem Alter von 4 Annuli ein durchschnittliches Wachstum, die Werte liegen im mittleren bis leicht erhöhten Bereich der Literatur-Vergleichsdaten (Bauch 1970; Burrough & Kennedy 1979; Raczyński et al. 2008; Ritterbusch et al. 2020; Vøllestad & L'Abée-Lund 1990). Auffällig sind die sehr großen Längen der beiden untersuchten Tiere mit 5 und 6 Annuli, die deutlich über den Vergleichsdaten liegen.

Die Annuli waren auf den Schuppen der Kleinen Maräne schlecht erkennbar und der Stichprobenumfang der älteren Tiere war sehr gering. Die Altersschätzungen zeigen dennoch eine überschneidungsfreie Zunahme der altersspezifischen Längen. Auf Basis der erzielten Ergebnisse ergibt sich für die Tiere mit 1 Annulus ein gutes bis sehr gutes Wachstum im Literaturvergleich (Bauch 1970; Scerbowski 1981; Wanke 2018). Bei den älteren Tieren gibt es nur noch eine geringe Längenzunahme.

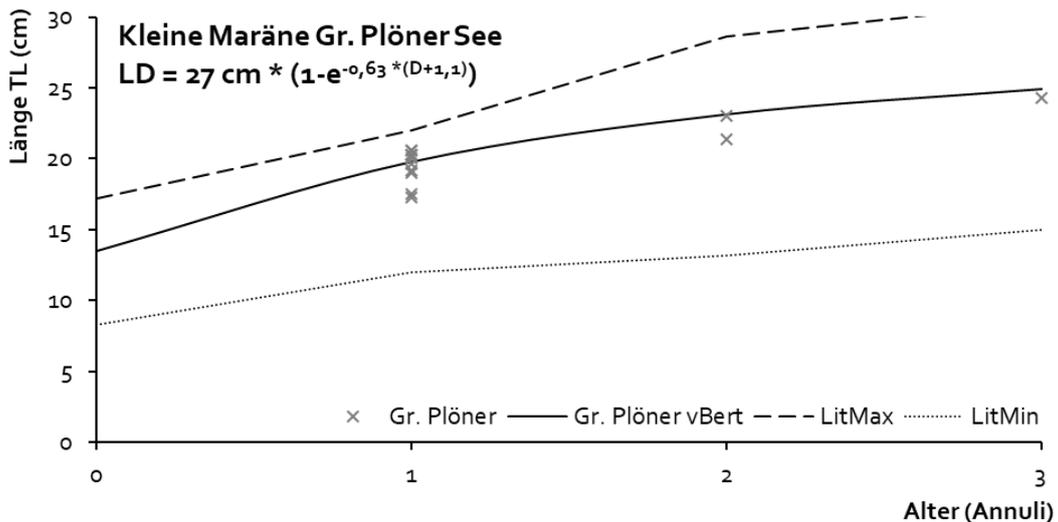
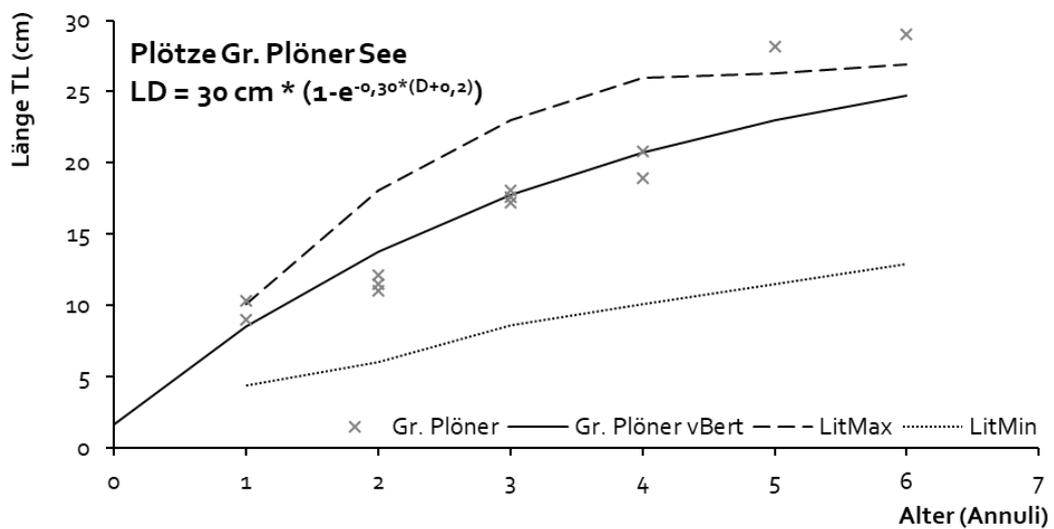
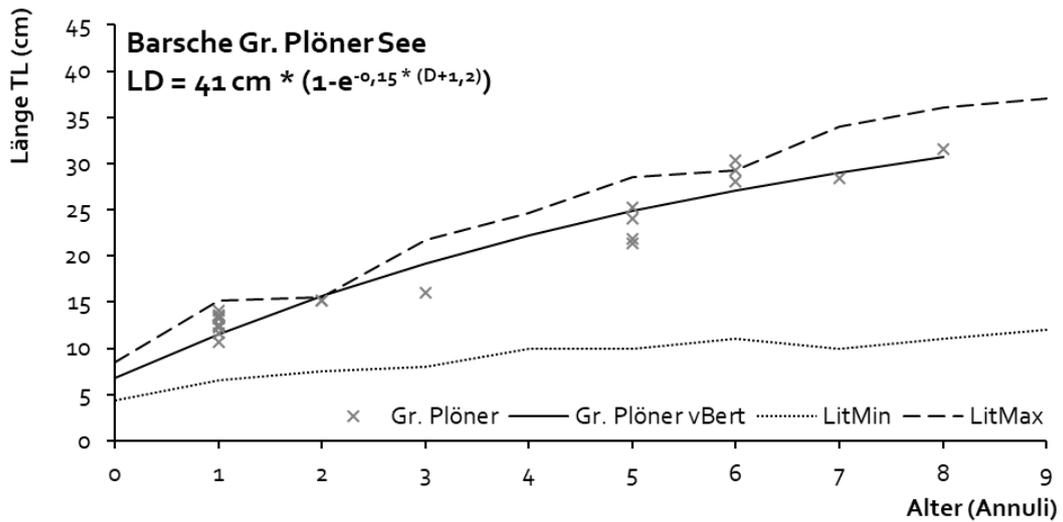


Abb. 9: Altersabhängige Längen von Barsche (oben), Plötzen (mittig) und Kleinen Maränen (unten) im Großen Plöner See. Darstellung von gemessenen Längen (Gr. Plöner), Wachstumsfunktion nach von Bertalanffy (Gr. Plöner vBert) sowie Extremwerte von sehr gut (LitMax) und sehr schlecht (LitMin) wachsenden Tieren nach Literaturdaten (Quellen im Text).

### 5.3.2 Längen-Häufigkeitsverteilungen und Entwicklungskategorien

Nachfolgend werden für die gefangenen Arten die Längenbereiche der Entwicklungskategorien juvenil, präadult und adult festgelegt. Für Arten mit weniger als 10 Individuen im Gesamtfang und für den Kamberkrebs basiert die Einteilung auf Literatur zu altersspezifischen Längen und zum Alter bei Erreichen der Geschlechtsreife. Für Fischarten mit  $\geq 10$  gefangenen Individuen werden neben den Literaturangaben auch Längen-Häufigkeitsverteilungen zur Einteilung der Entwicklungskategorien berücksichtigt. Die Verteilungen werden zudem hinsichtlich der Aspekte Jungfischvorkommen und Kohortenverteilung analysiert. Für die vier Arten Barsch, Hecht, Kleine Maräne und Plötze werden die Ergebnisse der Altersschätzung an Schuppen einbezogen (Tab. 4).

**Aal:** Es wurden 2 Tiere mit Längen von 52 bzw. 54 cm gefangen. Der Aal reproduziert nicht im Süßwasser. Die Tiere hatten weder vergrößerte Augen noch eine silberne Färbung, d.h. keine äußerlichen Anzeichen einer beginnenden Laichreife bzw. des Blankaalstadiums. Den Tieren wird daher die Entwicklungskategorie präadult zugeordnet. Die unterhalb des Großen Plöner Sees gelegenen Fließgewässer werden als durchgängig eingeschätzt, sodass ein natürlicher Aufstieg möglich ist. Der Aal wird im Gewässer aber auch regelmäßig besetzt. Es kann daher keine Aussage getroffen werden, ob es sich um natürlich oder um anthropogen etablierte Tiere handelte.

**Aland:** Es wurden 7 Alande mit Längen von 12-15 cm gefangen. Alande laichen zwischen März und Mai (Bauch 1970; Scharf et al. 2011), allerdings in Fließgewässern (Froese & Pauly 2022). Die Laichreife wird in einem Alter von 2-4 Annuli und bei Längen von 20-30 cm erreicht (Bauch 1970; Schaarschmidt et al. 2005). Die Tiere werden als präadult angesprochen.

**Moderlieschen:** Es wurden 4 Moderlieschen mit Längen von 4-5 cm gefangen. Moderlieschen werden im ersten Lebensjahr, ab einer Länge von 4-5 cm geschlechtsreif (Bauch 1970; Schaarschmidt et al. 2005). Den Tieren wird die Kategorie adult zugeordnet. Die Art wird nicht besetzt, es kann von einer natürlichen Reproduktion ausgegangen werden.

**Quappe:** Es wurden drei Quappen mit Längen zwischen 35 und 41 cm nachgewiesen. Quappen sind Winterlaicher und erreichen nach Literaturangaben die Geschlechtsreife für Weibchen Ende des 2.-4. Lebensjahres, für Männchen Ende des 2.-3. Lebensjahres. Das Längenwachstum bei der Quappe ist sehr unterschiedlich, bereits im ersten Lebensjahr können 20 cm erreicht werden (nach Quellen in Ritterbusch et al. (2018)). Damit werden alle Quappen als adult angesprochen. Für juvenile Quappen war zum Befischungszeitpunkt eine Länge von 4,5-6,5 cm zu erwarten. Juvenile Tiere können elektrisch in steinigem Substrat mit entsprechendem Lückensystem gefangen werden (vergl. Ritterbusch et al. (2020) für den Suhrer See). Am Großen Plöner See war ein solches Substrat nicht vorhanden. Der fehlende Jungfischnachweis lässt daher keine Rückschlüsse auf eine mangelnde Reproduktion zu. Die Art wird im Großen Plöner See nicht besetzt. Es kann von einem geringen Quappenbestand mit natürlicher Reproduktion ausgegangen werden.

**Rotfeder:** Die Rotfeder laicht zwischen Mai und Juli, ab einem Alter von 3 Annuli und Längen von ca. 14 cm (Bauch 1970; Scharf et al. 2011). Untere Angaben liegen bei einem Alter von 1 Annulus und 8 cm für den Eintritt der Geschlechtsreife (Tarkan 2006). Es wurden 2 Rotfedern mit Längen von 10 bzw. 14 cm gefangen, die nachfolgend beide als adult angesprochen werden. Mit nur zwei nachgewiesenen Rotfedern ist der Bestand der Art im Großen Plöner See sehr gering und es scheint nur unregelmäßig oder in geringem Umfang zur Reproduktion zu kommen.

**Kamberkrebs:** Es wurden 15 Tiere mit Längen von 5-12 cm gefangen. Kamberkrebse reproduzieren im Herbst und werden schon im zweiten Jahr geschlechtsreif (Martin et al. 2008). Die Tiere werden daher als adult bezeichnet.

**Barsch:** Der Barsch laicht zwischen März und Mai (Bauch 1970; Scharf et al. 2011). Bei sommerlichen bzw. spätsommerlichen Befischungen sind Jungfische daher schon in Multimaschen-Netzen nachweisbar. Die Längen-Häufigkeitsverteilung der Barsche im Großen Plöner See zeigt Abb. 10 (oben). Es zeigt sich eine sehr große Kohorte kleiner Barsche im Bereich von 3-8 cm. Dabei liegt ein deutlicher Verteilungsschwerpunkt bei 5-6 cm (logarithmische Skalierung in Abb. 10). Die Verteilung deckt sich mit Literaturangaben, nach denen juvenile Barsche Längen von 5-8 cm erreichen (Bauch 1970; Heibo & Magnhagen 2005; Schaarschmidt et al. 2005). Von Barschen, die früh auf eine piscivore Ernährung umsteigen, können im ersten Jahr auch Längen über 10 cm erreicht werden (Beeck et al. 2002; Le Cren 1992; Urbatzka et al. 2008), das scheint aber eher die Ausnahme zu sein. Weitere Kohorten lassen sich in der Längen-Häufigkeitsverteilung in den Bereichen 11-16 und 16-20 cm erkennen, die Tieren mit 1-2 Annuli und mit 3 Annuli entsprechen (Tab. 4). Der Längenbereich 21-26 cm dürfte die Tiere mit 4-5 Annuli umfassen, auch wenn bei der Altersschätzung Tiere mit 4 Annuli nicht nachgewiesen wurden. Im Vergleich zu Daten aus der genannten Literatur liegen die Längen der Barsche aus dem Großen Plöner See im oberen Bereich oder überschreiten die Vergleichswerte. Es kann demnach von einem sehr guten Wachstum der Art im Gewässer ausgegangen werden. Nach Literaturangaben werden Barsche ab einem Alter von einem oder zwei Annuli bzw. ab Längen von 9-10 cm geschlechtsreif (Bauch 1970; Ebel et al. 2006; Froese & Pauly 2022; Kottelat & Freyhof 2007; Schaarschmidt et al. 2005). Demzufolge werden alle Barsche mit Längen bis 9 cm Länge als juvenil, alle Barsche mit Längen über 10 cm als adult angesprochen. Präadulte Barsche kamen nicht vor.

Die Längen-Häufigkeitsverteilung der Barsche im Großen Plöner See zeigt einen Bestand mit sehr hohem Jungfischauftreten und ohne Auffälligkeiten der Kohortenverteilung.

**Kaulbarsch:** Die Längen-Häufigkeitsverteilung der Kaulbarsche im Großen Plöner See zeigt Abb. 10 (mittig). Der Kaulbarsch laicht zwischen März und Mai (Bauch 1970; Scharf et al. 2011). Juvenile Tiere können im ersten Jahr 6-7 cm erreichen (Bauch 1970; Schaarschmidt et al. 2005). Die Kaulbarsche von 4 cm Länge werden daher als juvenil angesprochen. In Abb. 10 zeigen sich zwei Kohorten mit Verteilungsspitzen in den Bereichen 8/9 cm und 11-13 cm. Die beiden Kohorten entsprechen Literaturangaben zur altersspezifischen Länge von Tieren mit 1 bzw. 2 Annuli (Bauch 1970; Hölker & Thiel 1998). Die Art reproduziert in einem Alter von 1-2 Annuli und mit Längen von 8-10 cm, Männchen werden früher geschlechtsreif (Ebel et al. 2006; Froese & Pauly 2022; Schaarschmidt et al. 2005). Nachfolgend werden daher Tiere unter 5 cm Länge als juvenil angesprochen, Tiere im Bereich 6/7 cm behelfsweise als präadult und Tiere  $\geq 8$  cm als adult. Es kann davon ausgegangen werden, dass juvenile Kaulbarsche aufgrund der geringen Größe in den Netzfängen deutlich unterrepräsentiert sind. Damit zeigt die Längen-Häufigkeitsverteilung der Kaulbarsche im Großen Plöner See einen Bestand mit Jungfischauftreten und ohne Auffälligkeiten in der Kohortenverteilung.

**Hecht:** Hechte laichen zwischen Februar und Mai (Bauch 1970; Scharf et al. 2011). Jungfische sind bei sommerlichen Befischungen daher potenziell nachweisbar, sowohl in der Elektrofischerei als auch in Multimaschen-Netzen. Die Anzahlen gefangener Hechte sind aber üblicherweise gering. Es wurde neun Hechte mit Längen von 10-20 cm und ein Hecht von 42 cm gefangen. Längenangaben für juvenile Hecht (ohne Annulus) reichen von 12-20 cm (Bauch 1970; Kottelat & Freyhof 2007; Schaarschmidt et al. 2005) bis zu über 40 cm (Hegermann 1964) – letzteres scheint aber eine Ausnahme zu sein. Auch die Angaben zum Eintritt der Geschlechtsreife umfassen beim Hecht ein weites Spektrum - für Männchen werden Längen von 20-30 cm bei einem Alter von 2-3 Jahren und für Weibchen 25-40 cm bei 3-4 Jahren angegeben (Bauch 1970; Kottelat & Freyhof 2007; Schaarschmidt et al. 2005). Die Tiere bis 20 cm Länge werden nachfolgend auf Basis der Literatur und der Altersbestimmung (Tab. 4) als juvenil angesprochen, das große Tier als adult. Im

See gibt es einen Hechtbestand mit gewässereigener Reproduktion. Es wurden keine präadulten und nur ein adultes Tier gefangen, für Aussagen zum Aufbau der Population sind diese Fänge zu gering.

**Kleine Maräne:** Die Kleine Maräne laicht im Winter, sodass Jungfische bei sommerlichen Befischungen groß genug sind, um in Multimaschennetzen nachgewiesen zu werden. Die Längen-Häufigkeitsverteilung der Kleinen Maräne in Abb. 11 lässt deutlich zwei Größengruppen erkennen: 9-12 cm und 18-22 cm. Eine dritte Größenklasse lässt sich im Bereich 24/25 cm verorten. Auf der Basis von Literaturangaben würden sich diese Längengruppen den Altersstufen ohne Annulus, mit einem Annulus und mit zwei Annuli zuordnen lassen (Anwand 1996; Bauch 1970; Kottelat & Freyhof 2007; Ritterbusch et al. 2017a; Scerbowski 1981; Steffens 1995; Wanke 2018). Die Altersschätzungen anhand von Schuppen (Tab. 4) zeigte jedoch, dass der Längenbereich 18-22 cm die Altersgruppen mit 1-2 Annuli umfasst und die größere Gruppe mit 24/25 cm Tiere mit 3 Annuli beinhaltet.

Kleine Maränen werden immer zum Ende des 2. Lebensjahres geschlechtsreif (d.h. mit einem Annulus, in etwa bei Anlage des zweiten Annulus). Damit kommen keine präadulten Tiere vor. Nachfolgend werden die Tiere im Bereich von 9-12 cm Länge als juvenil, alle Tiere ab 15 cm als adult angesprochen.

Das relativ geringe Aufkommen juveniler Kleiner Maränen kann darauf zurückzuführen sein, dass Kleine Fische bis ca. 10 cm Länge in Multimaschen-Stellnetzen unterrepräsentiert sind (Olin & Malinen 2003; Prchalová et al. 2009; Ravn et al. 2019). Hinzu kommt, dass die Kleine Maräne überwiegend in pelagischen Netzen gefangen wird, bei denen das IfB die kleinste Maschenweite von 5 mm nicht einsetzt. Im Großen Plöner See wird ein Besatz mit der Kleinen Maräne durchgeführt. Es kann nicht festgestellt werden, ob die juvenilen Tiere im Fang aus gewässereigener Reproduktion oder aus Besatz stammen. In der Längen-Häufigkeitsverteilung ist die Kohorte mit einem Annulus dominant und es wurden nur wenige ältere Tiere gefangen.

**Stint:** Der Stint laicht zwischen März und Mai (Bauch 1970; Scharf et al. 2011). Stinte und verstärkt kleine Stinte sind in den Fängen von Multimaschennetzen deutlich unterrepräsentiert (Olin & Malinen 2003; Olin et al. 2009), zumal das IfB bei den pelagischen Netzen die kleinste Maschenweite 5 mm nicht einsetzt. Es wurde ein Stint von 6 cm Länge gefangen. Die Kohorte mit Längen im Bereich 10-16 cm umfasst vermutlich ein bis zwei Altersstufen, es lassen sich aber keine Verteilungsspitzen erkennen (Abb. 11). Dementsprechend werden keine Auffälligkeiten im Stint-Bestand des Großen Plöner Sees festgestellt.

In Übereinstimmung mit Angaben von Bauch (1970) und Northcote & Hammar (2006) wird das einzelne Tier mit einer Länge von 6 cm als juvenil und alle älteren bzw. längeren Stinte als adult angesprochen, da die Art bereits im zweiten Winter ablaicht.

**Blei, Brassen:** Bei der Befischung des Großen Plöner Sees wurden 50 Bleie gefangen (Abb. 12, vier große Tiere mit Längen von 63-73 cm sind hier nicht dargestellt). Bleie laichen zwischen Mai und Juli (Bauch 1970; Scharf et al. 2011). Mit dem Nachweis von juvenilen Tieren bei der Befischung ist daher nicht zu rechnen. In der Längen-Häufigkeitsverteilung lässt sich eine Gruppe von 45 Tieren mit Längen von 7-11 cm erkennen (Abb. 12). Dabei handelt es sich wahrscheinlich um eine Gruppe von Tieren mit einem Annulus. Bleie werden mit 20 cm geschlechtsreif (Bauch 1970; Schaarschmidt et al. 2005). Demnach werden alle Tiere bis 20 cm als präadult angesprochen und lediglich die vier Bleie als adult bezeichnet, die in den großmaschigen Netzen gefangen wurden.

Der Blei reproduziert sich im Großen Plöner See auf natürliche Weise, der Bestand zeigt aber deutliche Auffälligkeiten im Aufbau: adulte Tiere sind von der Anzahl her gering und der Größenbereich oberhalb von 11 cm ist deutlich unterrepräsentiert bzw. fehlt.

**Plötze:** Die Plötze laicht in den Monaten April und Mai (Bauch 1970; Scharf et al. 2011). Anhand der Längen-Häufigkeitsverteilungen lassen sich mehrere Längengruppen unterscheiden: 3-5 cm, 9-13 cm, 17-19 cm sowie größere Einzeltiere (Abb. 12). Eine Zuordnung von Jahrgängen anhand von Literaturangaben ist nur für die kleinsten Tiere eindeutig möglich (Bauch 1970; Raczyński et al. 2008; Vilcinskas 1993; Vøllestad & L'Abée-Lund 1990), kann aber durch die Altersbestimmung plausibilisiert werden. Die Gruppe mit den kleinsten Längen im Bereich 3-5 cm entspricht juvenilen Tieren ohne Annulus. Die zweite Gruppe (6-13 cm) umfasst nach den Altersschätzungen die Tiere mit 1-2 Annuli, die sich auch von den Längen her überschneiden und nicht unterscheiden lassen (Tab. 4). Vergleichbares gilt für die Tiere im Längenbereich 17-21 cm, hier sind die Altersstufen mit 3 und 4 Annuli enthalten. Tiere über 25 cm dürften 5-6 Annuli aufweisen. Plötzen erreichen die Geschlechtsreife nach 2-3 Wintern bei Längen von 10-12 cm (Bauch 1970; Kottelat & Freyhof 2007; Schaarschmidt et al. 2005). Die Tiere werden daher wie folgt angesprochen: 3-5 cm juvenil, 9-13 cm präadult und alle größeren Tiere als adult. Für die Plötze wurde bei einem insgesamt geringen Aufkommen ein reproduzierender Bestand ohne Auffälligkeiten der Kohortenverteilung nachgewiesen.

**Schleie:** Es wurden 12 Schleien gefangen. Davon waren 11 Tiere 5-9 cm lang und eines 19 cm (Abb. 12). Schleien laichen Ende Mai bis Juli, erreichen im ersten Jahr Längen von 6-8 cm und werden im zweiten bis dritten Lebensjahr bei Längen von 12-20 cm geschlechtsreif (Bauch 1970; Kottelat & Freyhof 2007; Schaarschmidt et al. 2005; Scharf et al. 2011). Damit lassen sich die Ende Juni/Anfang Juli gefangenen Schleien mit Längen zwischen 5 und 9 cm als Tiere des Vorjahres charakterisieren (präadult) und das größere Tier als adult. Die Schleie reproduziert im Großen Plöner See, ist aber nicht häufig.

Abb. 13 zeigt die Längen-Häufigkeitsverteilungen von vier kleinen Fischarten: Steinbeißer, Bitterling, Dreistachliger und Neunstachliger Stichling. Die Arten haben teilweise ausgedehnte Laichzeiten oder laichen mehrfach im Jahr. Bei geringer Gesamtlänge sind dadurch Längenunterschiede nicht in Form von Kohorten erkennbar. Die Arten sind Sommerlaicher, womit zum Untersuchungszeitpunkt Jungfische nur ausnahmsweise nachgewiesen werden. Durch die schlechte Nachweisbarkeit juveniler Tiere kann nicht auf Reproduktionsdefizite geschlossen werden, die Bestände der vier Arten haben eine gewässereigene Reproduktion.

**Steinbeißer:** Steinbeißer laichen zwischen April und August (Bohlen 2003). Juvenile Steinbeißer haben zum Untersuchungszeitraum im Juli Längen von ca. 3 cm (Ritterbusch & Bohlen 2000). So kleine Tiere wurden nicht nachgewiesen. Steinbeißer werden im zweiten Lebensjahr ab Längen von 4,5-5 cm geschlechtsreif (Kottelat & Freyhof 2007; Schaarschmidt et al. 2005). Alle gefangenen Tiere werden als adult kategorisiert.

**Bitterling:** Bitterlinge laichen zwischen April und August, bei einem Alter mit einem Annulus und ab Längen von 3-4 cm (Bauch 1970; Froese & Pauly 2022; Scharf et al. 2011). Die Populationen sind ganz überwiegend einjährig (Konečná & Reichard 2011). Alle Tiere werden als adult angesprochen.

**Dreistachliger Stichling:** Im Großen Plöner See wurden sehr viele Dreistachlige Stichlinge gefangen. Die Art laicht zwischen März und Juli (Bauch 1970; Scharf et al. 2011). Dreistachlige Stichlinge können im ersten Lebensjahr laichreif werden, ab einer Länge von 4 cm (Kottelat & Freyhof 2007; Schaarschmidt et al. 2005; Spratte & Hartmann 1998). Alle Tiere ab 4 cm Länge werden als adult angesprochen, kleinere Tiere als juvenil.

**Neunstachliger Stichling:** Die Art laicht zwischen April und August (Bauch 1970; Scharf et al. 2011). Früh geborene Tiere können im ersten Lebensjahr laichreif werden, ab einer Länge von 4 cm (Kottelat & Freyhof 2007; Schaarschmidt et al. 2005). Alle Tiere werden als adult angesprochen.

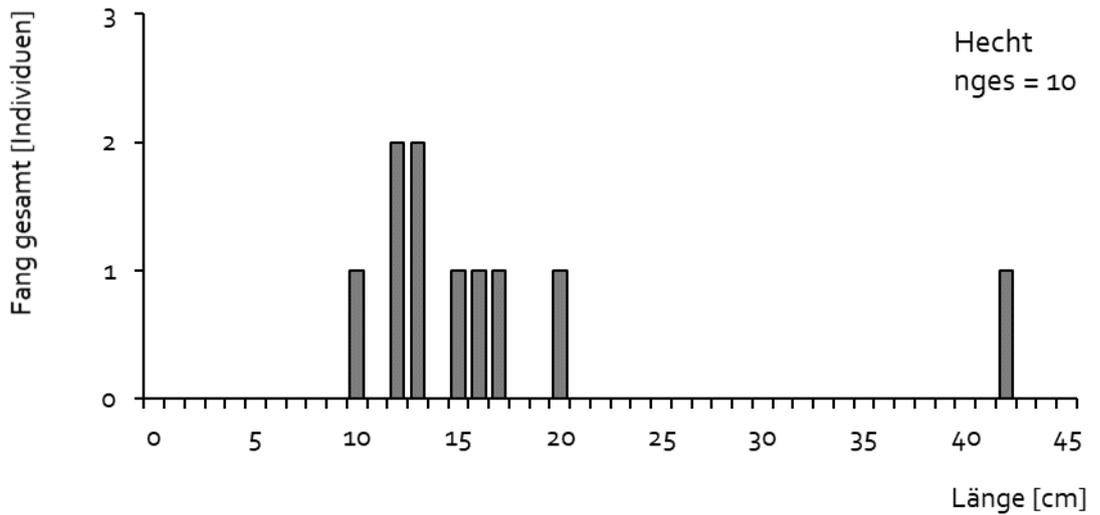
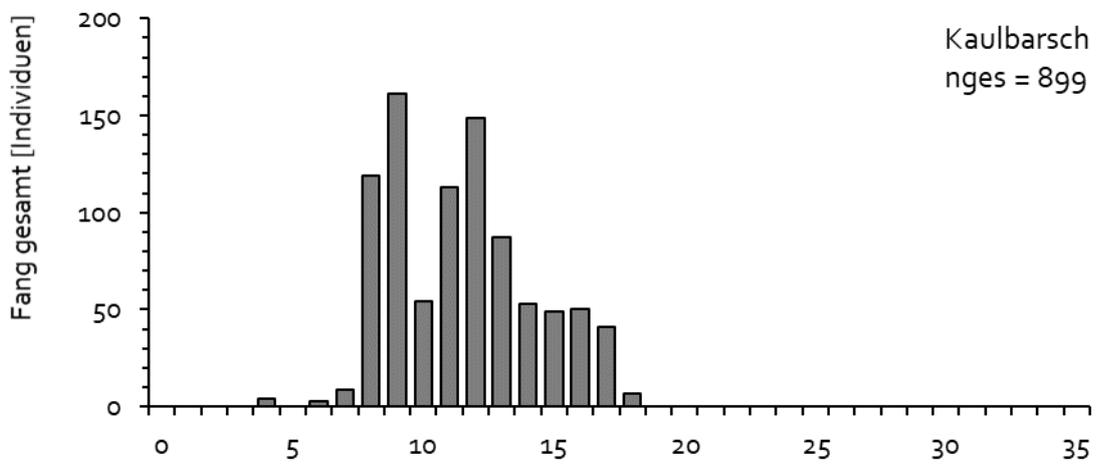
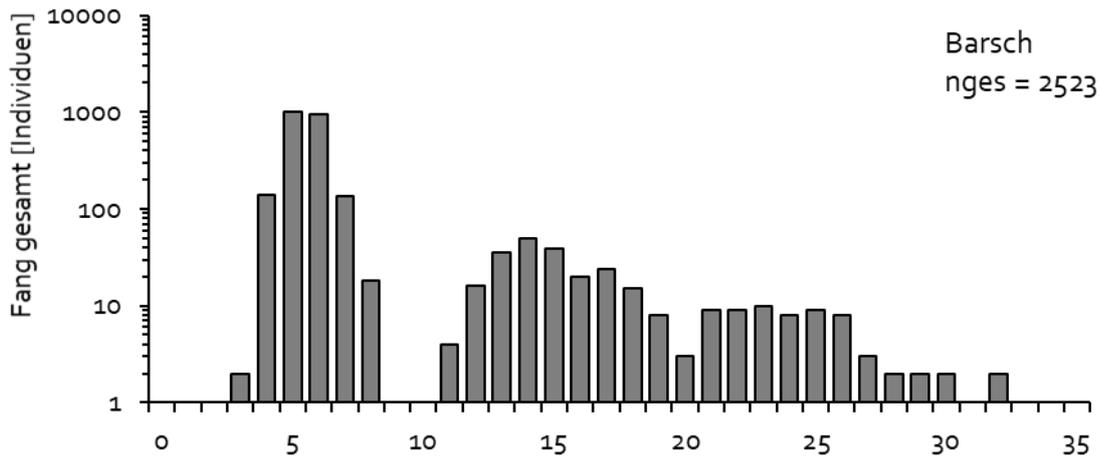


Abb. 10: Längen-Häufigkeitsverteilungen für Barch (oben), Kaulbarsch (mittig) und Hecht (unten) in den Fängen am Großen Plöner See im Juni/Juli 2022. nges ist der Stichprobenumfang, Datengrundlage ist der Gesamtfang (Multimaschen-Stellnetze und Elektrofischerei kombiniert). Die Y-Achse für den Barch ist logarithmisch skaliert.

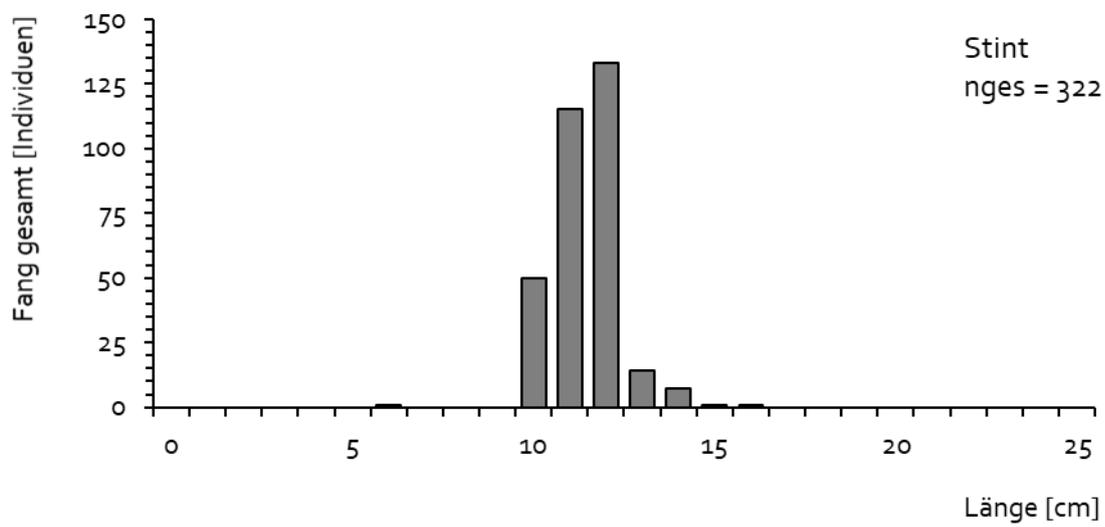
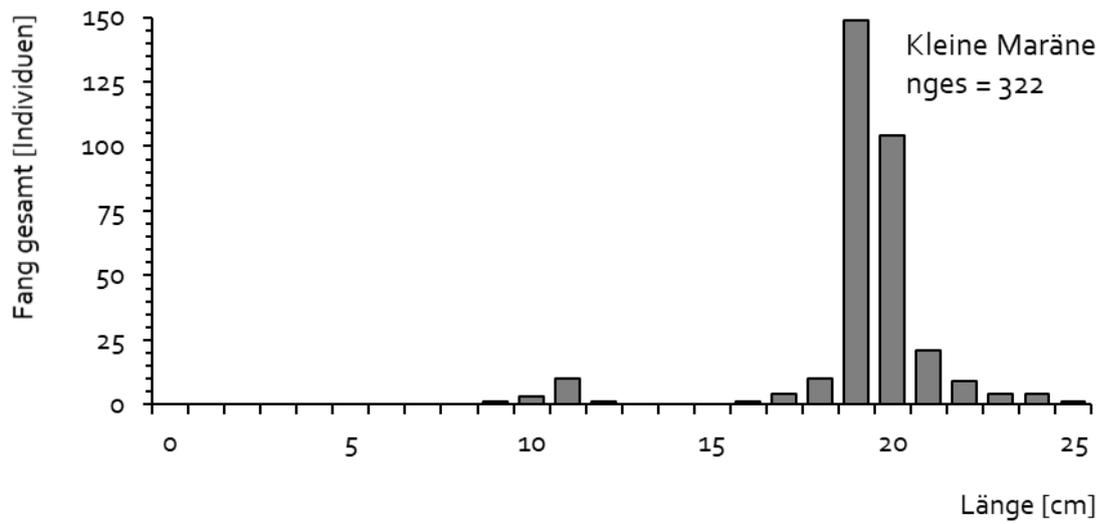


Abb. 11: Längen-Häufigkeitsverteilungen der pelagischen Arten Kleine Maräne und Stint in den Fängen am Großen Plöner See im Juni/Juli 2022. Der Stichprobenumfang nges ist identisch. Datengrundlage ist der Gesamtfang in Multimaschen-Netzen (kein Nachweis der Arten in der Elektrofischerei).

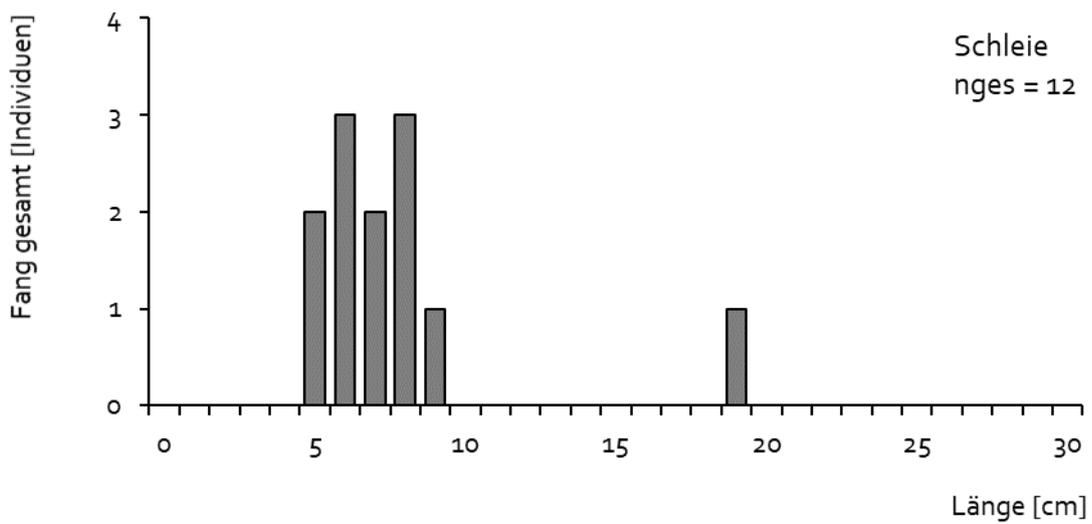
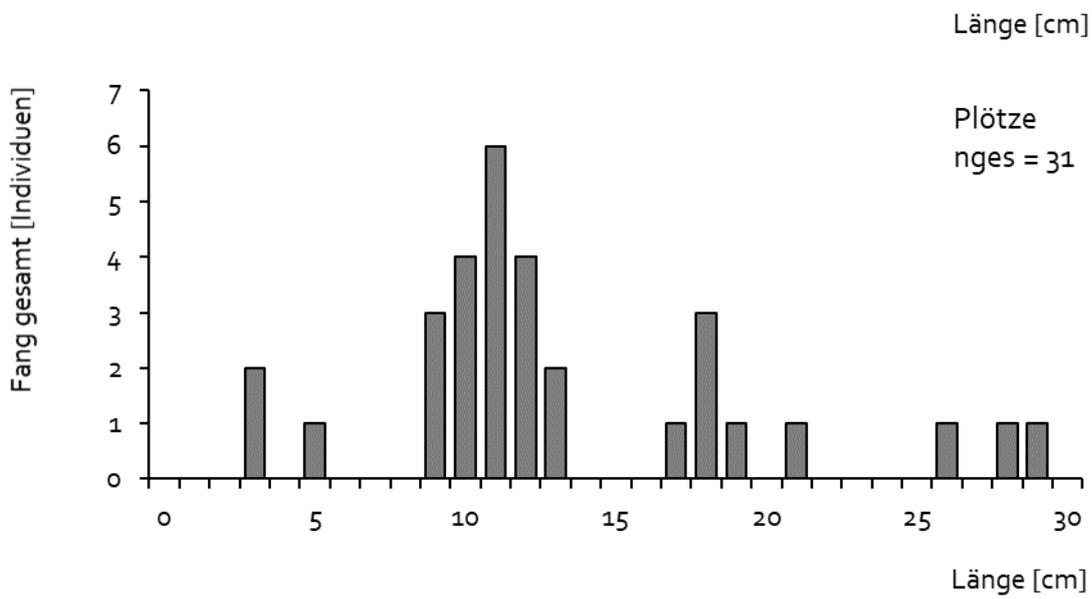
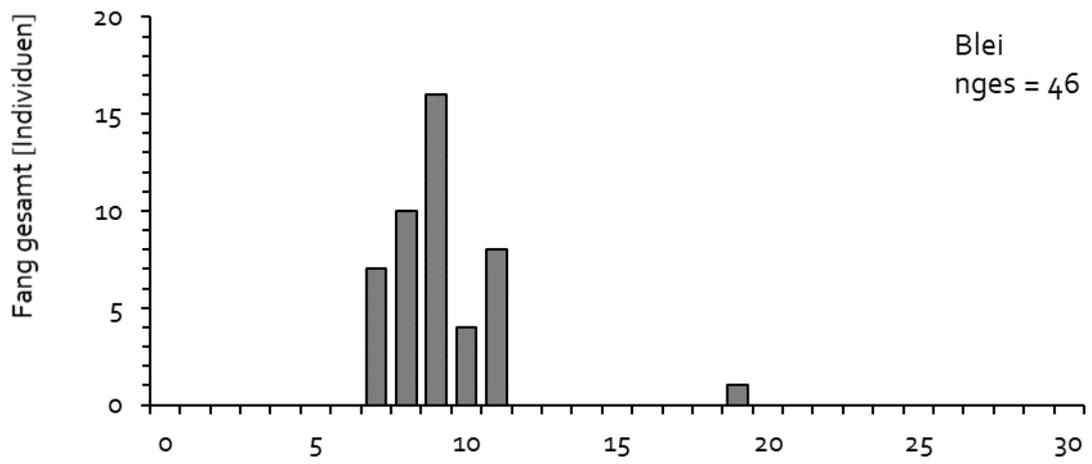


Abb. 12: Längen-Häufigkeitsverteilungen für die Cypriniden-Arten Blei (oben), Plötze (mittig) und Schleie (unten) in den Fängen am Großen Plöner See im Juni/Juli 2022. nges ist der Stichprobenumfang, Datengrundlage ist der Gesamtfang (Multimaschen-Stellnetze und Elektrofischerei kombiniert).

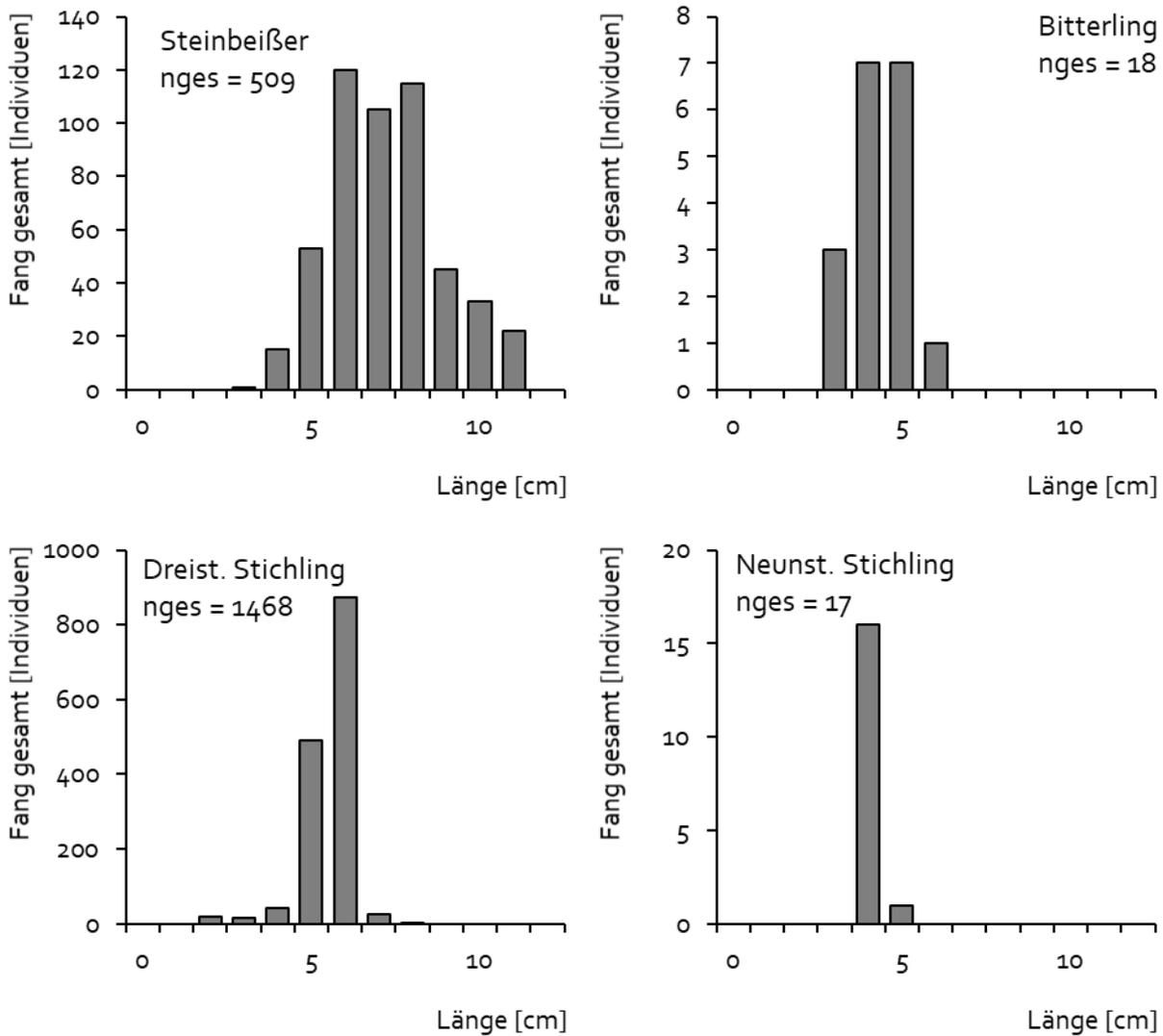


Abb. 13: Längen-Häufigkeitsverteilungen für Steinbeißer, Bitterling, Dreistachliger und Neunstachliger Stichling in den Fängen am Großen Plöner See im Juni/Juli 2022. nges ist der Stichprobenumfang, Datengrundlage ist der Gesamtfang (Multimaschen-Stellnetze und Elektrofischerei kombiniert).

### 5.3.3 Mortalitäten

Es sollten Mortalitäten von Barsch, Plötze und Kleiner Maräne bestimmt werden.

Beim Barsch ist die Kohorte der juvenilen Tiere mit Längen von 4-8 cm gut erkennbar und grenzt sich klar von den älteren/größeren Tieren ab. Das Jungfischauftreten an Barschen im Großen Plöner See ist sehr hoch (Abb. 10, logarithmische Y-Achse). Bei den älteren Tieren im Längenbereich 11-20 cm sind in der Längen-Häufigkeitsverteilung keine Kohorten abgrenzbar. Der Bereich umfasst die Altersgruppen mit 1-4 Annuli. Es lassen sich dadurch keine Längengrenzen der Altersgruppen festlegen, auch wenn es bei der Altersbestimmung keine Überschneidungen der Längenbereiche gab. Es sind damit auch keine Berechnungen von Mortalitäten möglich. Behelfsweise kann die Mortalität von juvenilen Barschen mit Längen von 4-8 cm (2127 Individuen) zu einer Gruppe von Tieren mit 11-15 cm berechnet werden, wobei die zweite Gruppe sehr wahrscheinlich überwiegend Tiere mit 1 Annulus umfasst (123 Individuen). Diese geschätzte Mortalität im ersten Jahr beträgt 94 %.

Es wurden 21 Plötzen in benthischen Netzen gefangen. Damit ergeben sich in den einzelnen Altersstufen nur wenige Tiere. Zudem überlappen sich die Längenbereiche der Altersgruppen und die Kohorten sind nicht anhand der Längenverteilung zu erkennen. Mortalitäten können aufgrund der geringen Fänge und fehlender Eindeutigkeit der altersspezifischen Längen nicht berechnet werden.

Für die Kleine Maräne ist die Berechnung der Mortalität begrenzt sinnvoll. Tiere ohne Annulus mit Längen unter 10 cm sind in den Netzfängen deutlich unterrepräsentiert (Olin & Malinen 2003; Prchalová et al. 2009). Damit würde sich zur Kohorte der Tiere mit einem Annulus eine negative Mortalität errechnen, was biologisch Unsinn ist.

Die Mortalität zwischen den Kohorten mit einem Annulus und mit zwei Annuli beträgt 98 %.

Aufgrund der größeren Stichprobenumfänge und der zuverlässigen Nachweisbarkeit der Größengruppen in den pelagischen Netzen ist dieser Wert aussagekräftig.

Die Berechnung einer Mortalität der Kohorten von 2 zu 3 Annuli ist aufgrund der geringen Anzahl gefangener Tiere wiederum nicht aussagekräftig. Mit nur einem Mortalitätswert können keine Mortalitätsraten A und Z berechnet werden.

Tab. 5: Mortalität der Jahrgänge der Kleinen Maräne auf Basis der Fänge in pelagischen Netzen. Angabe der altersspezifischen Längenbereiche, der Individuenzahlen in den Fängen mit pelagischen Netzen sowie der jährlichen Mortalität als prozentualer Rückgang bezogen auf die vorhergehende Altersstufe.

<b>Annuli</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Längenbereich (cm)	9-12	16-21	21-23	> 23
N pela	15	270	6	1
<b>Mortalität %</b>	-	-	<b>98</b>	-

## 5.4 Fischgemeinschaft: Arten, Einheitsfänge und Anteile

### 5.4.1 Artenzahl und -inventar

Bei der Befischung des Großen Plöner Sees im Juli 2022 durch das IfB wurden 17 Fischarten nachgewiesen (Tab. 6). Zudem wurden Kamberkrebse gefangen. Weitere Fischarten sind im Gewässer vorhanden, wurden aber bei der Befischung durch das IfB nicht nachgewiesen (Tab. 11).

Tab. 6: Fischartennachweise bei der Befischung des Großen Plöner Sees im Juli 2022 mit Angabe der Befischungsmethodik.

Art	Elektro- fischerei	Netze benthisch	Netze pelagisch	Netze Großmaschen
Aal	x			
Aland	x			
Barsch	x	x	x	
Bitterling	x			
Blei	x	x		x
Dreistachliger Stichling	x	x	x	
Hecht	x	x		
Kaulbarsch	x	x	x	
Kleine Maräne		x	x	
Moderlieschen	x			
Neunstachliger Stichling		x		
Plötze	x	x	x	
Quappe		x		
Rotfeder	x			
Schleie	x	x		
Steinbeißer	x	x	x	
Stint		x	x	

#### 5.4.2 Elektrofischungen

Bei einem Gesamtaufwand der Elektrofischerei von 1432 Dips auf einer Strecke von 5780 m wurden 702 Fische und 14 Kamberkrebse gefangen. Die artspezifischen Individuenzahlen und Anteile zeigt Tab. 7. Die Einheitsfänge lagen im mittleren Bereich von Befischungsergebnissen an Seen in Schleswig-Holstein (Tab. 16, Anhang). Die Fänge wurden sehr deutlich vom Steinbeißer dominiert.

Tab. 7: Artspezifische Individuenzahlen N (absolut und anteilig am Gesamtfang) für die litorale Elektrofischung am Großen Plöner See (alle Strecken, Juni/Juli 2022). Unterteilung in die Kategorien juvenil (Juv.), präadult (Präad) und Adult sowie Gesamtfang (Ges.).

Art	Juvenil	Präadult	Adult	Gesamt Art	Anteil Art (%)
Aal		2		2	0,3
Aland		7		7	1,0
Barsch	52		2	54	7,7
Bitterling			18	18	2,6
Blei		43		43	6,1
Dreistachliger Stichling	34		95	129	18,4
Hecht	6		1	7	1,0
Kaulbarsch			1	1	0,1
Moderlieschen			4	4	0,6
Plötze	3	6		9	1,3
Rotfeder			2	2	0,3
Schleie		3		3	0,4
Steinbeißer			423	423	60,3
	<b>Summe Anzahl</b>			<b>702</b>	
	<b>Ef 1/100 Dips</b>			<b>49,0</b>	
	<b>Ef 1/100 m</b>			<b>12,2</b>	

### 5.4.3 Stellnetzbefischungen benthisch

Bei der Befischung des Großen Plöner Sees wurden 63 benthische Netze mit einer Netzfläche von zusammen 2835 m<sup>2</sup> gestellt. Die Einheitsfänge lagen bezüglich der Anzahl in einem hohen, bezüglich der Masse im mittleren Bereich von vergleichbaren Befischungsergebnissen an Seen in Schleswig-Holstein (Tab. 16, Anhang).

Die Fänge in den benthischen Netzen zeigt Tab. 8. Die Anzahlen wurden von Barsch, Dreistachligem Stichling und Kaulbarsch dominiert, die Masse von Barsch und Kaulbarsch. Eine tabellarische Darstellung der artspezifischen Fänge unter Berücksichtigung der Tiefenzonen findet sich im Anhang (Tab. 14).

Tab. 8: Artspezifische Individuenzahlen N und Massen W (absolut und anteilig am Gesamtfang) für die benthisch gestellten Multimaschenstellnetze am Großen Plöner See (Juni/Juli 2022). Unterteilung in die Kategorien juvenil (Juv.), präadult (Präad) und Adult sowie Gesamtfang (Ges.).

Art	Juv.	Präad.	Adult	Ges.	Anteil	Juv.	Präad.	Adult	Ges.	Anteil
	N	N	N	N	N (%)	W (g)	W (g)	W (g)	W (g)	W (%)
Barsch	2127		277	2404	50,0	4657		24577	29234	53,3
Blei		3		3	0,1		31		31	0,1
Dreist. Stichling			1338	1338	27,8			2993	2993	5,5
Hecht	3			3	0,1	88			88	0,2
Kaulbarsch	4	20	865	889	18,5	2	104	16571	16677	30,4
Kleine Maräne			30	30	0,6			2558	2558	4,7
Neun. Stichling			17	17	0,4			14	14	0,0
Plötze		12	9	21	0,4		159	1322	1481	2,7
Quappe			3	3	0,1			1367	1367	2,5
Schleie		8	1	9	0,2		34	119	153	0,3
Steinbeißer			85	85	1,8			222	222	0,4
Stint	1		2	3	0,1	1		17	18	0,0
<b>Summe</b>				4805					54835	
<b>EF (1/100 m<sup>2</sup>)</b>				<b>169</b>					<b>1934</b>	

#### 5.4.4 Stellnetzbefischungen pelagisch

Bei der Befischung des Großen Plöner Sees wurden 34 pelagische Netze mit einer Netzfläche von zusammen 5610 m<sup>2</sup> gestellt. Die Fänge in den pelagischen Netzen zeigt Tab. 9. Die Einheitsfänge lagen im mittleren Bereich von vergleichbaren Befischungsergebnissen an Seen in Schleswig-Holstein (Tab. 16, Anhang). Kleine Maräne und Stint dominierten die Fänge. Eine tabellarische Darstellung unter Berücksichtigung der Tiefenzonen findet sich im Anhang (Tab. 15).

Tab. 9: Artspezifische Individuenzahlen N und Massen W (absolut und anteilig am Gesamtfang) für die pelagisch gestellten Multimaschenstellnetze bei der Befischung des Großen Plöner Sees (Juni/Juli 2022). Unterteilung in die Kategorien juvenil (Juv.), präadult (Präad) und Adult sowie Gesamtfang (Ges.).

Art	Juv. N	Präad. N	Adult N	Ges. N	Anteil N (%)	Juv. W (g)	Präad. W (g)	Adult W (g)	Ges. W (g)	Anteil W (%)
Barsch	63		2	65	9,4	68		137	205	1,1
Drei. Stichling			1	1	0,1			1	1	0,0
Kaulbarsch		1	8	9	1,3		5	211	216	1,1
Kleine Maräne	15		277	292	42,4	138		16202	16340	83,9
Plötze		1		1	0,1		10		10	0,1
Steinbeißer			1	1	0,1			3	3	0,0
Stint			319	319	46,4			2691	2691	13,8
<b>Summe</b>				<b>688</b>					<b>19466</b>	
<b>EF (1/100 m<sup>2</sup>)</b>				<b>12,3</b>					<b>350</b>	

#### 5.4.5 Stellnetzbefischungen mit großmaschigen Netzen

Bei der Befischung des Großen Plöner Sees wurden 12 großmaschige Netze mit einer Netzfläche von zusammen 900 m<sup>2</sup> gestellt. Es wurden 4 große Bleie gefangen. Die entsprechenden Einheitsfänge zeigt Tab. 10. Die Methodik wurde erstmals vom IfB bei der Befischung von Seen in Schleswig-Holstein angewendet. Vergleichsdaten mit anderen Großmaschen-Fängen liegen nicht vor.

Tab. 10: Individuenzahlen N und Massen W (absolut und anteilig am Gesamtfang) für die großmaschigen Grundstellnetze bei der Befischung des Großen Plöner Sees (Juni/Juli 2022). Gefangen wurden ausschließlich adulte Bleie.

Maschenweite	N Netze	Ges. N Blei	Ges. W (g) Blei	EF N Ind/100m <sup>2</sup>	EF W g/100m <sup>2</sup>
70 mm	4	0	0	0	0
90 mm	4	1	3900	0,33	1300
110 mm	4	3	17050	1,00	5683
<b>Großmaschen</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>20950</b>	<b>0,44</b>	<b>2328</b>

### 5.4.6 Tiefenzonierung Multimaschen-Stellnetze

Die tiefenabhängigen Einheitsfänge der benthischen Netze sind oberflächennah hoch, erreichen im Bereich 3-6 m ein Maximum und werden dann geringer. Ab 12 m Tiefe, d. h. unterhalb der Sprungschicht, sind sie zahlenmäßig gering und nehmen auch von der Biomasse her deutlich ab. Ein Anstieg des Biomasse-Einheitsfangs unterhalb von 50 m entsteht durch den Fang einer großen Quappe.

Die Einheitsfänge der pelagischen Netze sind oberflächennah gering. Sie erreichen ein Maximum im Bereich 06-12 m, für die Biomasse auch im Bereich 12-18 m. Unterhalb von 18 m sind die Einheitsfänge überwiegend gering, es zeigen sich jedoch hohe Werte im Bereich 36-42 m.

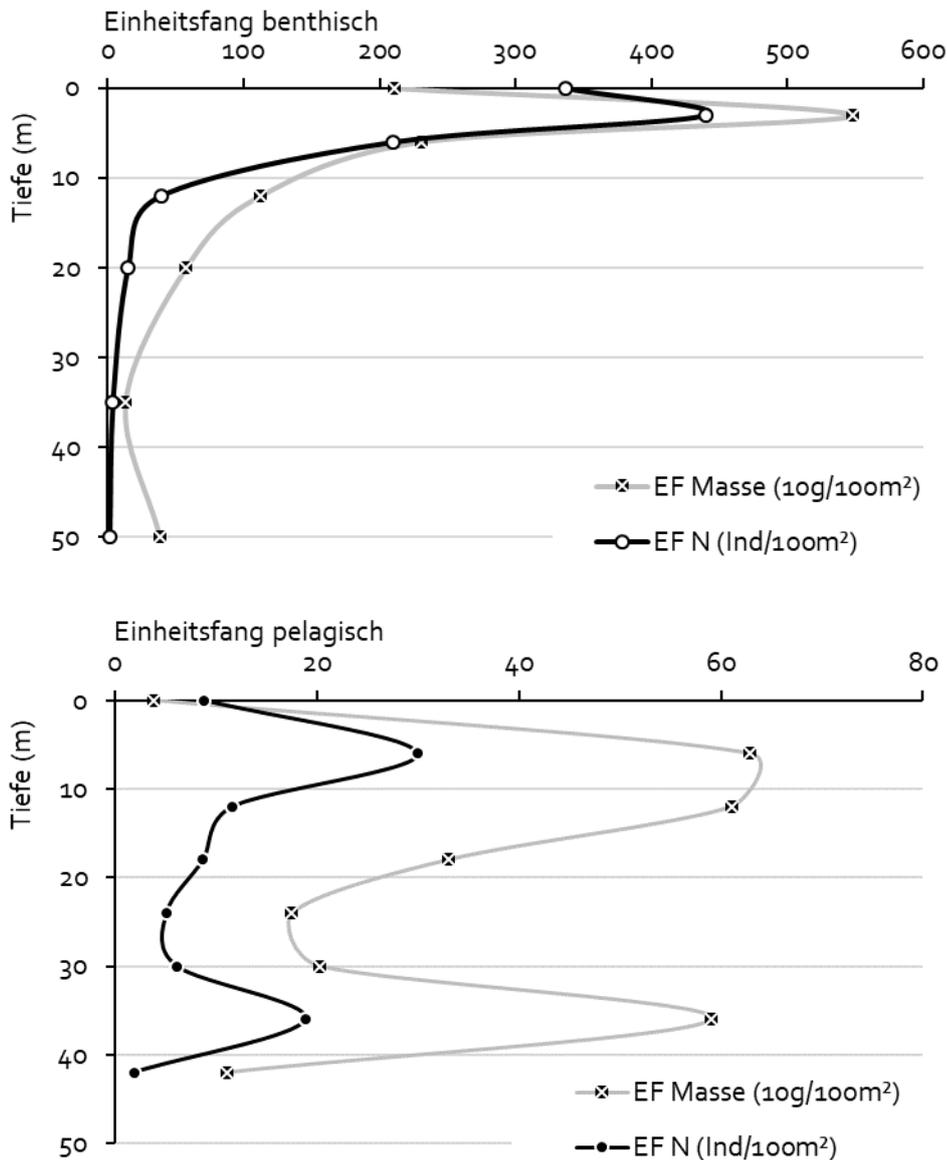


Abb. 14: Tiefenabhängigkeit der Einheitsfänge für benthische (oben) und pelagische (unten) Netze. Die Tiefe ist als unterer Wert der Tiefenzonen nach EN 14757 (2015) angegeben, vergleiche Tab. 3. Der Einheitsfang Masse wird mit 10 g/ 100m<sup>2</sup> angegeben, um die Werte der X-Achse vergleichbar zu machen (im Text mit g/100m<sup>2</sup>).

## 5.5 Fischbasierte Gewässerzustandsbewertung nach DeLFI

Eine frühere Plausibilitätsprüfung des Site-Moduls des DeLFI wurde von Neumann (2011) durchgeführt, allerdings ohne Untersetzung durch wissenschaftliche Befischungen. Der von Neumann (2011) für den Großen Plöner See ermittelte Referenzzustand der Fischgemeinschaft (Arteninventar und semiquantitative Häufigkeitsangaben) ist auch Grundlage der vorliegenden Prüfung.

Bei Eingabe der Daten für Referenzzustand und den 2011 aktuellen Zustand von Neumann (2011) in ein aktuelles Site-Bewertungstemplate müssen kleinere Korrekturen durchgeführt werden. Neumann (2011) gibt an, dass nach Literaturangaben die ursprüngliche Großmaränen-Art ca. 1900 ausgestorben ist und seit ca. 1935 die Edelmaräne besetzt wird. Nach den Vorgaben des DeLFI können ausgestorbene oder verschollene Arten nicht zur Bewertung herangezogen werden, da ihre Abwesenheit nichts über den aktuellen ökologischen Zustand aussagt. Auch Arten, die durch Besatz erhalten bleiben, lassen keine Aussage über den ökologischen Zustand des Gewässers zu. Die Großmaränen des Großen Plöner Sees sind demnach nicht bewertungsrelevant. Auch die Ostgroppe ist in Deutschland verschollen (Freyhof 2009) und demnach nicht bewertungsrelevant für den Großen Plöner See.

Mit den Korrekturen ergibt sich anhand der Angaben von Neumann (2011) für den Großen Plöner See einen EQR-Wert von 0,88 - sehr gut .

Die semiquantitativen Häufigkeitsangaben von Neumann (2011) für die Fischarten weichen für den Zustand 2011 von den Ergebnissen der Fänge 2022 ab. Die Bewertung mit dem Site-Modul für 2022 basiert daher auf der korrigierten Referenz nach Neumann (2011), sowie auf einer aktuellen Fischgemeinschaft unter Berücksichtigung der aktuellen Befischungsergebnisse im Jahr 2022. Entsprechend den Vorgaben des DeLFI entspricht die aktuelle Häufigkeitsklasse für 2022 dem höchsten Wert des zahlenmäßigen Anteils in Fängen mit litoraler Elektrofischerei (Tab. 7), benthischen Netze (Tab. 8) oder pelagischen Netzen (Tab. 9). Die Klassen sind wie folgt eingeteilt: > 5 % ist Klasse 3 (häufig), 1-5 % Klasse 2 (regelmäßig), < 1 % Klasse 1 (selten) und ohne Nachweis Klasse 0 (fehlt).

In Tab. 11 sind die entsprechenden Arteninventare mit klassifizierten Häufigkeiten dargestellt. Das ausgefüllten Excel-Template ist im Anhang abgebildet (Abb. 15, Abb. 16). Die DeLFI Bewertung mit dem Type-Modul erfolgt auf Basis der Fänge mit benthischen Netzen, d. h. im Wesentlichen mit den Daten in Tab. 8. Das ausgefüllten Excel-Template ist im Anhang abgebildet (Abb. 17, Abb. 18).

Die ökologische Zustandsbewertung mit dem **Site-Modul** des DeLFI auf Basis der Fänge 2022 im Vergleich zur leicht korrigierten Referenztablelle nach Neumann (2011) ergibt einen EQR-Wert von **0,88 - sehr gut**.

Die ökologische Zustandsbewertung mit dem **Type-Modul** des DeLFI auf Basis der Fangdaten 2022 ergibt einen EQR-Wert von **0,86 – gut** (die Klassengrenzen der beiden Module sind unterschiedlich).

Die DeLFI-Bewertungen sind als ausgefüllte Excel-Vorlagen dem Bericht beigefügt:

- **DeLFI\_Site\_GPloen22\_1Neumann2011\_orig.xlsx**  
DeLFI Site-Modul, Referenz und Fischgemeinschaft 2011 nach Neumann (2011)
- **DeLFI\_Site\_GPloen22\_2Neumann2011\_korrekt.xlsx**  
DeLFI Site-Modul, Referenz und Fischgemeinschaft 2011 Neumann (2011), leicht korrigiert
- **DeLFI\_Site\_GPloen22\_3IfB2022.xlsx**  
DeLFI Site-Modul, Referenz leicht korrigiert nach Neumann (2011), Fischgemeinschaft 2022 auf Basis der Fänge des IfB
- **DeLFI\_Type\_GPloen22\_IfB2022.xlsx**  
DeLFI Type-Modul auf Basis der Fänge des IfB 2022

Tab. 11: Datengrundlage der ökologischen Zustandsbewertung des Großen Plöner See mit dem SITE-Modul des DeLFI. Referenz 11 und Bestand 11 nach Neumann (2011). Bestand 22 mit den Ergebnissen der Befischungskampagne. Bemerkungen: Lasner: pers. Mitt. Lasner 2022 (S. 26), litoE (litorale Elektrofischerei, Tab. 7), bentN (benthische Netze, Tab. 8) und pelaN (pelagische Netze, Tab. 9). Häufigkeitskategorien 0: fehlt, 1: selten, 2: regelmäßig und 3: häufig.

Fischart	Referenz 11	Bestand 11	Bestand 22	Methode(n) mit höchster Nachweisklasse 2022 und Bemerkungen
Blei	2	3	3	litoE
Ukelei	2	1	1	Lasner (kein Nachweis bei Befischung)
Güster	1	2	0	kein Nachweis
Steinbeißer	1	3	3	litoE
Kl. Maräne	3	1	3	pelaN
Hecht	2	3	1	litoE
Kaulbarsch	2	2	3	bentN
Quappe	2	2	1	pelaN
Stint	3	2	3	pelaN
Barsch	3	3	3	alle Methoden
Bitterling	0	1	2	litoE
Plötze	3	3	2	litoE
Rotfeder	2	3	1	litoE
Schleie	1	2	1	litoE, bentN
Aal	1	0	1	litoE, vermutlich besatzabhängig, nicht bewertungsrelevant
Dreist. Stichling	1	3	3	litoE, bentN
Aland	1	1	1	litoE
Bachforelle	1	1	1	Lasner (kein Nachweis bei Befischung)
Gr. Maräne	2	2	1	Art um 1900 ausgestorben, aktuell besetzt (Lasner und Neumann (2011)), nicht bewertbar
Gründling	1	1	1	Einzelnachweise nach Neumann (2011), Staas et al. (2007), Böttger (2006)
Karusche	1	1	1	Einzelnachweise nach Neumann (2011), Staas et al. (2007), Böttger (2006)
Karpfen	0	1	1	Einzelnachweise nach Neumann (2011), Staas et al. (2007), Böttger (2006)
Neun. Stichling	1	1	1	bentN
Zander	1	1	1	Lasner
Moderlieschen	1	1	1	litoE
Giebel	0	1	0	kein Nachweis
Schlammpeitzger	1	0	0	kein Nachweis
Ostgroppe	1	0	0	Art verschollen daher aktuell nicht bewertungsrelevant

## 6 Diskussion

### 6.1 Rahmenbedingungen

Bei der Untersuchung im Juli 2022 war der Große Plöner See thermisch geschichtet, mit einer Sprungschicht unterhalb von 6 m Tiefe. Es wurden minimale Sauerstoffkonzentrationen von 5,3 mg/l gemessen. Für Fische letale Bereiche liegen unterhalb von 3–4 mg/l (Amlacher 1986; Baur & Rapp 2003; Czerny 1961; Schäperclaus 1979; Schreckenbach 2002). Diese Werte wurden nicht erreicht, sodass der hypolimnische Wasserkörper und die tieferen bodennahen Bereiche für Fische nutzbare Habitate darstellen.

Verbau und Nutzung des Großen Plöner Sees sind in nennenswertem Umfang vorhanden. Aufgrund der großen Gewässerfläche und Nutzungseinschränkungen wie dem Verbot von Motorbooten ist jedoch von einem eher geringen Effekt auf die Fischgemeinschaft auszugehen. Der Große Plöner See unterliegt in den letzten Jahrzehnten einer Nährstoffverarmung, allerdings ausgehend von einem deutlich überhöhten Nährstoffgehalt im Vergleich zum Referenzzustand. Die Intensität der anthropogenen Belastung des Großen Plöner Sees kann mit dem europäischen Belastungsindex TAPI<sup>3</sup> abgeschätzt werden, der für die Interkalibrierung der fischbasierten Bewertung entwickelt wurde. Als Grenzwerte für eine geringfügige Belastung, die sich in einem guten ökologischen Zustand niederschlagen sollte, gelten für geschichtete Seen (Poikane et al. 2017; Ritterbusch et al. 2017b):

- Der Chlo-a Gehalt ist kleiner als 10 µg/l
- Die epilimnische Gesamtposphorkonzentration (Sommer) ist kleiner als 30-40 µg/l
- Weniger als 30 % des Ufers sind anthropogen modifiziert
- Die natürliche Habitatvielfalt ist vorhanden
- Die Nutzungsintensität ist eher gering (Badebetrieb, Boote und Segelboote können vorhanden sein - Motorboote, Berufsschifffahrt oder Tauchsport sind gering ausgeprägt).

Für den Großen Plöner See finden sich Überschreitungen der Richtwerte für den Phosphorgehalt und der Anteil des Ufers mit anthropogener Modifizierung liegt im Grenzbereich. Bezüglich der fischbasierten Bewertung wäre aufgrund der Belastungsintensität eine mäßige bis tendenziell gute Bewertung plausibel. Nutzung und Verbau sind vorhanden, die Nährstoffgehalte erhöht aber abnehmend.

Die Biologie des Großen Plöner Sees ist sehr gut untersucht (Tab. 2). Die ökologische Zustandsbewertung mit Plankton ergab seit 2000 fast durchgängig eine mäßige ökologische Zustandsklasse (Tab. 2). Ab 2016 traten bis 2020 jedoch vier gute Bewertungen auf, die durch eine Erhöhung der Sichttiefe bei Abnahme der Algenbiomasse entstanden. Ein Zusammenhang mit der Invasion der Quagga-Muschel ist wahrscheinlich (Arp & Maier 2020). Betrachtet man die Entwicklung der Trophie des Großen Plöner Sees ab dem Jahr 2000 sind bei den Phosphor-Parametern kontinuierliche Abnahmen zu beobachten. Bei Sichttiefe (Zunahme) und Chlorophyll a (Abnahme) hingegen finden sich ab dem Jahr 2014 sprunghafte bzw. sehr deutliche Änderungen. Die Entwicklung lässt sich auf die Invasion und massive Vermehrung der Quagga-Muschel zurückführen, die 2017 erstmalig in großen Beständen am See beobachtet wurde (Arp & Maier (2020), Otto & Speth (2020), Plambeck, pers. Mitt. 2022). Da sie der schon lange im See vorhandenen Zebra-Muschel sehr ähnelt, ist eine etwas frühere, zunächst nicht registrierte Invasion wahrscheinlich. Die Quagga-Muschel wird als eine der schädlichsten invasiven Arten in

---

<sup>3</sup> total anthropogenic pressure index

Binnengewässern beschrieben (St. Andre et al. 2023). Sie kann in großen Tiefen bis 80 m vorkommen und innerhalb von 2-5 Jahren die Böden eines neu besiedelten Gewässers nahezu vollständig bedecken. Durch die Filterung des Wassers kommt es zur deutlichen Abnahme von Phytoplankton, mit den vorgefundenen Effekten auf Sichttiefe und Chlorophyll a. Für die Fischgemeinschaft wird eine Verschiebung der Ernährung der Fische von pelagischen zu benthisch-litoralen Quellen vorhergesagt (St. Andre et al. 2023). Für Deutschland sind die ökologischen Effekte der Invasion von Quagga-Muscheln am Bodensee detaillierter beschrieben (Baer et al. 2022; Haltiner et al. 2022).

Auch auf das Makrozoobenthos wirkt sich die Quagga-Muschel aus, die Zönose ist durch die invasive Arte deutlich überprägt (Otto & Speth 2020). Es ist davon auszugehen, dass die Quagga-Muschel durch die deutliche Beeinflussung von Plankton und Benthos auch Effekte auf die Fischgemeinschaft hat.

Die Bewertung des ökologischen Zustands mit submersen Makrophyten führt zu einer mäßigen Zustandseinschätzung. Allerdings werden flächige und dichte Bestände beschrieben. Für heimische Gewässer sind die Zusammenhänge zwischen Arteninventar der Makrophyten und Zusammensetzung der Fischbestände nicht bekannt. Es ist anzunehmen, dass Fische eine Vielzahl von Pflanzenarten als Habitat nutzen, sodass keine offensichtlichen Effekte auf die Fischgemeinschaft zu erwarten sind. Anders sollte sich der Rückgang der Röhrichte auswirken. Röhrichte sind Nahrungs- und Laichhabitat vieler Fischarten. Der Rückgang der Röhrichte am Großen Plöner See auf 2 % eines früheren Zustands sollte sich in geringen Häufigkeiten und Anteilen litoraler Fischarten niederschlagen.

Die vorliegenden ökologischen Zustandsbewertungen des Großen Plöner Sees auf Basis der WRRL-relevanten Biokomponenten zeigen einen mäßigen ökologischen Zustand mit der aktuellen Tendenz zum guten Zustand (Plankton) bzw. unbefriedigenden Zustand (Makrozoobenthos).

Nach Einschätzung des Verfassers hat neben diesen Einflüssen der Kormoran einen maßgeblichen Einfluss auf die Fischgemeinschaft des Großen Plöner Sees. Der See ist Hauptnahrungsgebiet für das größte Binnenlandrastvorkommen des Kormorans in Norddeutschland. Maximal nutzen 3500-4500 Tiere das Gewässer (Rastmaximum im Sommer). Im Winter sind im Mittel nur 50-150 Tiere am Großen Plöner See zu finden. Kormorane nutzen den See überwiegend in Form sommerlicher Schwarmjagden (Koop 2018). Die Anzahl der Kormorantage bei Nahrungssuche auf dem Gewässer wird auf 150.000-220.000 pro Jahr geschätzt (Koop 2021) und es werden erhebliche Effekte auf Fischgemeinschaft und Fischerei des Sees angenommen (Jansch 2018).

Es ist anzunehmen, dass die biologisch-ökologischen Effekte von Quagga-Muschel und Kormoran auf die Fischgemeinschaft wirken und damit die fischbasierte Bewertung des ökologischen Zustands beeinflussen.

## 6.2 Fischbestand

Bei der Befischung des Großen Plöner Sees durch das IfB wurden 17 Fischarten nachgewiesen. Unter Berücksichtigung der Angaben von Herrn Lasner sowie Literaturangaben ist von 24 Fischarten im See auszugehen. Diese Zahl ist hoch im Vergleich zu anderen Befischungen an Seen Schleswig-Holsteins (Tab. 16). Zur hohen Artenzahl tragen neben den häufigen Arten der Stillgewässer auch Arten bei, die von einer Fließgewässeranbindung profitieren (Aland, Quappe, Stint). Zudem wurden relative viele „Kleinfischarten“ nachgewiesen: Drei- und Neunstachliger Stichling, Bitterling, Moderlieschen und Steinbeißer. Die große Gewässerfläche in Kombination mit struktureller Vielfalt, die Anbindung an das Schwentine-Flusssystem mit ober- und unterliegenden Gewässern sowie Besatzmaßnahmen dürften zum hohen Artennachweis beitragen. Zudem sind Artnachweise abhängig vom Untersuchungsaufwand. Der große Befischungsaufwand hinsichtlich Netzzahl und elektrisch befischter Strecke trägt zum Nachweis einer hohen Artenzahl für den Großen Plöner See bei.

Im Vergleich zu charakteristischen Fischgemeinschaften in geschichteten Seen Norddeutschlands (Ritterbusch et al. 2014) bzw. in Seen des LAWA-Seetyps 13 (Riedmüller et al. 2013b) weist der Große Plöner See einige Auffälligkeiten auf. Die weit verbreiteten und oft häufigen Fischarten Ukelei, Güster und Rotfeder fehlen oder sind sehr selten. Auch Plötze und Blei sind in sehr viel geringeren Anteilen vertreten, als die Vergleichswerte für weitgehend unbeeinflusste Seen erwarten lassen. Ähnliche Beobachtungen wurden in Schleswig-Holstein am Schluensee, Suhrer See, Wittensee und für die Ukelei auch am Ratzeburger See gemacht (Ritterbusch et al. 2017a, 2019, 2020, 2021).

Tab. 12: Artspezifische Anteile der Anzahl (%N) und der Biomasse (%B) in benthischen Netzen für weitgehend unbeeinflusste Seen Norddeutschlands (WUS, links) nach Ritterbusch et al. (2014) sowie für den Großen Plöner See (GPS, rechts).

Art	WUS %N	WUS %B	GPlöner 22 %N	GPlöner 22 %B
Barsch	42,6	35,1	50,0	53,3
Plötze	33,2	26,6	0,4	2,7
Kleine Maräne	8,6	5,6	0,6	4,7
Kaulbarsch	6,7	1,8	18,5	30,4
Ukelei	3,7	1,1		
Rotfeder	1,8	7,8		
Hecht	0,6	7,6	0,1	0,2
Schleie	0,4	5,0	0,2	0,3
Güster	0,5	0,5		
Blei	0,3	4,6	0,1	0,1
Stint	1,2	0,2	0,1	0,0
Großmaräne	0,1	2,5		
Quappe	0,1	0,9	0,1	2,5

Die Arten Blei, Plötze, Güster und auch Ukelei werden in vielen europäischen Bewertungsverfahren zur fischbasierten Indikation von Eutrophierung genutzt (Übersicht in Ritterbusch et al. (2022)). Hohe Anteile der Arten hängen dabei mit hohen Nährstoffgehalten zusammen. Im Großen Plöner See hingegen sind diese Arten selten oder fehlen ganz. Die geringen Anteile von Cypriniden-Arten widersprechen damit der zu erwartenden

Fischartenzusammensetzung. Die geringen Anteile von Cypriniden sind ein eher neueres Phänomen in der Fischgemeinschaft des Großen Plöner Sees. Vergleichsdaten der Erwerbsfischerei zeigen für den Zeitraum 1993-2001 deutlich höhere Biomasse-Anteile von 10-15 % Blei und 14-17 % Plötze (LANU SH 2001; Neumann & Bisler 2002). Beide Arten werden in der Regel nicht gezielt befischt. Noch 2006 liegen die Anteile von Bleien in Wadenzügen bei 33 % und die der Plötze bei 16 % der Biomasse (Böttger 2006). Die Anteile sind zwar aufgrund methodischer Unterschiede nicht quantitativ mit den Angaben in Tab. 12 zu vergleichen, belegen aber hohe Aufkommen von Blei und Plötze bis mindestens 2006.

Erhöhte Anteile hat im Großen Plöner See hingegen der Dreistachlige Stichling mit ca. 28 % der Anzahl in benthischen Netzen. Die Art fehlt in den Vergleichswerten nach Ritterbusch et al. (2014). Bezüglich der Biomasse sind im Großen Plöner See die Anteile von Barsch und Kaulbarsch erhöht. Auffällig war auch der sehr hohe Anteil des Steinbeißers in den Fängen der Elektrofischerei, mit 60 % der Anzahl die hier mit Abstand dominierende Fischart.

Bei der Analyse der Längenverteilungen ließen sich nur für den Blei Auffälligkeiten im Populationsaufbau feststellen – bei der Art fehlten Tiere mit Längen ab 11 cm bzw. adulte Tiere weitgehend. Vergleichsdaten von 2006 zeigen bereits ein sehr hohes Aufkommen von Individuen > 50 cm, die die Längenverteilung dominierten (Böttger 2006).

Die häufigen Fischarten Barsch und Kaulbarsch zeigten in der aktuellen Befischung keine Reproduktionsdefizite und keine Besonderheiten in der Längenverteilung der Population. Auch bei den genannten, eher unterrepräsentierten Cypriniden waren im Rahmen der Stichprobenumfänge keine Reproduktionsdefizite zu beobachten.

Im Populationsaufbau der pelagisch lebenden Kleinen Maräne dominierte die Kohorte mit einem Annulus. Juvenile Tiere und auch ältere Tiere waren unterrepräsentiert. Zudem scheint die Art im Vergleich zu natürlichen Seen eher geringe Bestandsdichten auszubilden (Tab. 12). Allerdings wird die Art besetzt, sodass vom Populationsaufbau der Kleinen Maräne nicht direkt auf biogene Einflüsse zu schließen ist.

An Barsch, Plötze, Hecht und Kleiner Maräne wurden Altersbestimmungen durchgeführt. Die vier Fischarten zeigten ein gutes bis sehr gutes Wachstum. Es scheint im Großen Plöner See eine gute Nahrungsgrundlage für Fischarten unterschiedlicher Nahrungspräferenzen vorzuliegen (zooplanktivor, benthivor, piscivor).

Die Einheitsfänge für benthische und pelagische Netze liegen im eher hohen Bereich für die Anzahl und im mittleren Bereich für die Biomasse. Die auffällige Artenzusammensetzung führt in Kombination mit einem guten Wachstum nicht dazu, dass es insgesamt einen geringen Fischbestand im Gewässer gibt. Dabei bezieht sich diese Aussage auf die Vergleichswerte in Tab. 16, d. h. in anderen Seen Schleswig-Holsteins. Sie ist nicht auf die erwerbsfischereiliche Situation übertragbar; die sehr häufigen Arten Kaulbarsch und Dreistachliger Stichling sind beispielsweise erwerbsfischereilich nicht nutzbar. Die Einheitsfänge der Elektrofischerei lagen im unteren Bereich der Vergleichswerte in Tab. 16.

### 6.3 Fischbasierte Bewertung des ökologischen Zustands des Großen Plöner Sees

Die fischbasierte ökologische Zustandsbewertung des Großen Plöner Sees mit dem DeLFI-Verfahren ergibt einen guten bis sehr guten Zustand. In der Verfahrensbeschreibung von Ritterbusch & Brämick (2015) wird für Seen > 1000 ha das Site-Modul empfohlen, für kleinere Seen sollte das Type-Modul angewendet werden. Die Vorgabe zur Wahl des Moduls beruht auf eher pragmatischen Gründen; in sehr großen Seen wird die Durchführung einer Standardbefischung nach EN 14757 (2015) sehr aufwändig. Für den Großen Plöner See führt die Bewertung mit den Befischungsdaten 2022 bei Nutzung des Site-Moduls zu einer sehr guten und bei Nutzung des Type-Moduls zu einer guten Bewertung des ökologischen Zustands.

Tatsächlich zeigt die Fischgemeinschaft im Großen Plöner See kaum Anzeichen einer nennenswerten Beeinflussung durch anthropogene Degradationen. Eine Übersicht der Merkmale, die in europäischen Verfahren zur Indikation anthropogener Degradation genutzt werden, sowie Literaturbelege können Ritterbusch et al. (2022) entnommen werden. Demnach sind folgende Merkmale der Fischgemeinschaft typisch für degradierte Seen:

- Hohe Einheitsfänge für Anzahl und Biomasse
- Hohe Anteile von Cypriniden, artpezifisch hohe Anteile von Plötze, Blei und Güster
- Geringe Anteile von Barschen
- hohe Anteile des Zanders
- Hohe Anteile von Fremdfischarten

Die Fischgemeinschaft des Großen Plöner Sees zeigt keines dieser Merkmale. Eine gute Bewertung des ökologischen Zustandes anhand der Fischgemeinschaft ist daher plausibel (ebenso Neumann (2011)).

Nach Einschätzung des Verfassers wäre aufgrund der Intensität anthropogener Belastungen am Großen Plöner See eine gute bis mäßige Zustandsbewertung plausibel (Seite 8). Insbesondere für die Eutrophierung des Großen Plöner Sees wären Effekte auf den Fischbestand zu erwarten gewesen, sie spiegelt sich jedoch nicht im Fischbestand. Als Ursachen kommen die Einflüsse von Kormoran und Quagga-Muschel in Frage, die potenziell Effekte der Eutrophierung auf den Fischbestand überdecken.

In der aktuellen Bewertung weicht das Site-Modul stärker vom belastungsbasierten Erwartungswert des ökologischen Zustands ab, als das Type-Modul. Frühere Tests des DeLFI-Verfahrens an Seen in Schleswig-Holstein zeigten ähnliche Ergebnisse (Tab. 16).

### 6.4 Tauglichkeit des DeLFI anhand der bisher bewerteten Seen in Schleswig-Holstein

Ziel der Zustandsbewertung mit biologischen Qualitätselementen nach Wasser-Rahmenrichtlinie ist die Einschätzung der Auswirkungen anthropogener Einflüsse auf die Ökologie des Gewässers (WRRL (2000), Anhang V). Die Module des DeLFI zeigen für den Großen Plöner See einen sehr guten (Site) bzw. guten (Type) ökologischen Zustand des Gewässers an. Anhand der Belastungsintensität wäre ein guter bis mäßiger Zustand plausibel.

Wie bei den vorhergehenden Untersuchungen in Schleswig-Holstein ergeben sich bei der Bewertung mit dem DeLFI plausible Bewertungen (Tab. 16). Obwohl die Verfahrensbeschreibung für den Großen Plöner See die Anwendung des Site-Moduls empfiehlt, stimmen die Ergebnisse des Type-Moduls besser mit der fachgutachterlichen Einschätzung der Belastungsintensität überein.

Ebenfalls in Übereinstimmung mit den bisherigen Ergebnissen ist eine Analyse und Plausibilisierung der Befischungsergebnisse und der Zustandsbewertung erforderlich. Für den Großen Plöner See zeigt sich, dass sich eine erhöhte Belastungsintensität durch Nährstoffe nicht im erwarteten Maße im Fischbestand niederschlägt. Ursache sind hier wahrscheinlich die biogenen Faktoren selektive Prädation durch Kormorane und Nährstoffentzug durch die Quagga-Muschel.

## 6.5 Potenzielle Ursachen der Auffälligkeiten im Fischbestand des Großen Plöner Sees

Die aktuellen Befischungsergebnisse zeigen einige Auffälligkeiten des Fischbestandes, die durch die langjährigen Erfahrungen des Fischers R. Lasner bestätigt werden:

- Blei und Plötze haben sehr geringe Anteile an der Fischgemeinschaft,
- Ukelei, Güster und Rotfeder fehlen oder wurden nur in Einzelexemplaren nachgewiesen
- Dreistachliger Stichling und Steinbeißer haben hohe Anteile („Kleinfischarten“)
- Kaulbarsche haben hohe Anteile
- Blei und Aal haben Populationen aus kleinen oder sehr großen Tieren, mittlere Größen fehlen

Die Beobachtungen lassen sich durch bestimmte Einflüsse auf den Großen Plöner See bzw. auf dessen Fischbestand erklären (6.1):

- allgemeine Oligotrophierung,
- Zunahme des Kormorans, Etablierung einer großen Kolonie in unmittelbarer Nähe des Gewässers und langjährige, dauerhafte und intensive Bejagung des Fischbestandes
- Etablierung der Quagga-Muschel mit invasiver Ausbreitung nach 2015

Die Zusammenhänge zwischen Fischbeständen, Trophie, Kormoran und Quagga-Muschel sind komplex. Für die Zusammenhänge von Ökologie, Fischbestand und fischbasierter Zustandsbewertung am Großen Plöner See werden nachfolgend Erklärungsansätze des Verfassers auf Basis von Literaturangaben geliefert. Ein datenbasierter Beleg der Zusammenhänge wäre anstrebenwert, allerdings fehlen langfristige Zeitreihen mit Fischdaten, Kormoranzahlen und Dichteangaben für die Quagga-Muschel. Gleichlautend äußert sich auch Jansch (2018) hinsichtlich der Bewertung fischereilicher Effekte des Kormorans.

Am Großen Plöner See ist eine Oligotrophierung zu beobachten. Seit dem Jahr 2000 hat der Gesamtphosphorgehalt während der Saison um überschlägig 10-15 µg/l abgenommen (Abb. 1). Der Phosphorgehalt hat enge Zusammenhänge mit zahlreichen Fischbestandsmerkmalen, insbesondere die Zusammenhänge zum Gesamt-Einheitsfang sowie zu den Anteilen der Fischarten Barsch, Blei und Plötze sind sehr gut belegt (Argillier et al. 2013; Brucet et al. 2013; Diekmann et al. 2005; Griffiths 2006; Helminen et al. 2000; Horppila et al. 2000; Massol et al. 2007; Olin et al. 2002; Persson & Greenberg 1990; Søndergaard et al. 2005; Tammi et al. 1999). Zusammengefasst profitieren Barsche von abnehmenden Nährstoffgehalten im Übergang von eutrophen zu mesotrophen Zuständen. Die Barschanteile steigen infolge der zunehmenden Strukturvielfalt durch Makrophyten sowie durch das erhöhte Aufkommen an Makrozoobenthos. Die Anteile von Blei und Plötze sind bei geringeren Nährstoffkonzentrationen hingegen geringer. Es ist plausibel, vergleichbare Effekte im Großen Plöner See anzunehmen.

Kormorane sind Nahrungsoportunisten. Opportunismus bedeutet hier nicht, dass Fischarten und -größen entsprechend ihres relativen Anteils am Fischbestand gefressen werden, sondern dass die jeweils am effektivsten zu bejagenden Fischarten und -größen gewählt werden. Kormorane jagen somit hochgradig arten- und größenselektiv, passen die die Art der Selektivität aber an die Rahmenbedingungen an: Fischbestand, Tiefe des Gewässers, Jahreszeit, oder Jagdweise (Schwarmjagd auf kleinere, häufige Fische bzw. Einzeljagd auf größere Fische).

Verallgemeinert kann von einer Bevorzugung von bodenorientierten Fischen mit Längen von 10-20 cm im Flachwasser der Seen ausgegangen werden (Britton et al. 2002; Emmrich & Düttmann 2011; Knösche 1996; Martyniak et al. 2003; Rutschke 1998; van Dobben 1995; Wziatek et al. 2003). In einigen Fällen wird eine Bevorzugung von Blei und Plötze beobachtet (Carss & Ekins 2002; Ritterbusch 2005; Simon & Dürr 2011; Veldkamp 1995), das ist aber nicht in allen Untersuchungen der Fall. Bei der am Großen Plöner See beobachteten Schwarmjagd dürften mittelgroße Individuen von Blei, Plötze und Rotfeder einem überdurchschnittlich hohen Fraßdruck unterliegen, bei einer Jagd im Freiwasser auch die Kleine Maräne. Nahrungsanalysen von Kormoranen aus einer Kolonie nahe dem Großen Plöner See zeigen auch erhöhte Anteile von Plötze und Rotfeder im Vergleich zu den aktuellen Befischungsergebnissen (Pietrock & Sternberg 2021). Dabei ist allerdings nicht sicher festzustellen, wann und auf welchem See die untersuchten Kormorane tatsächlich gefressen haben.

Neben den Hinweisen auf eine Bevorzugung von Cypriniden gibt es auch Hinweise auf eine Vermeidung von Barschen in der Nahrungswahl (wenn sowohl Barsche als auch Cypriniden verfügbar sind). Es scheint eine Bevorzugung von Fischen ohne harte Schuppen oder spitze Flossen zu geben (Carss 2003). Die Anteile von Barschen in der Nahrung sind auch an Gewässern eher gering, wo die Art hohe Anteile am Fischbestand gehabt haben dürfte (Emmrich & Düttmann 2011; Gaye-Siessegger 2014; Keller 1995; Simon 2011; Simon & Dürr 2011). Barsche sind struktur- und bodengebunden als Plötzen und halten sich bevorzugt an und in Makrophyten auf - insbesondere beim Vorhandensein von Prädatoren haben sie in strukturierten Habitaten Konkurrenzvorteile (Persson 1991; Persson & Greenberg 1990; Persson & Eklöv 1995)<sup>4</sup>. Fische in Makrophytenbeständen dürften durch die relativ großen Kormorane schwerer zu bejagen sein als Fische, die sich über strukturarmen Gewässerböden oder im Freiwasser aufhalten. Zudem sind Barsche durch ihre Tarnfärbung (grün mit schwarzen Querbändern) für den optisch jagenden Kormoran wahrscheinlich schwerer zu bejagen als silbrig-helle Plötzen oder Rotfedern. Die Vermeidung von Makrophytenbeständen sowie die schlechtere Erkennbarkeit von Barschen sind Annahmen des Verfassers. Methodisch ist eine eventuelle Selektivität bei der Nahrungswahl von Kormoranen schwer zu prüfen, da die Zusammensetzung der Beute zum jeweiligen Jagdereignis mit der Zusammensetzung der bejagten Fischgemeinschaft verglichen werden müsste.

Kormoranbejagung kann innerhalb eines bis weniger Jahre die Fischpopulation von Seen ändern (Britton et al. 2002; Davies et al. 2003). In unbeeinflussten Beständen nehmen die Anteile größerer Arten bzw. innerhalb von Arten die Anteile größerer Individuen ab. Die Entnahme mittelgroßer Fische durch Kormorane kann zu zweiseitigen Längenverteilungen mit Schwerpunkten bei kleinen und großen Tieren führen (Füllner & George 2007; Schwevers & Adam 2003; Wunner & Wißmath 2004). Das gilt über die Arten hinweg (im Großen Plöner See hohe Anteile der Kleinfischarten Dreistachliger Stichling und Steinbeißer) als auch innerhalb der Arten (für Aal und Blei beobachtet). Für den Großen Plöner See ist seit Jahrzehnten von einer intensiven Bejagung auszugehen. Die langjährige Entnahme dürfte zur absoluten und anteiligen Reduktion der Cypriniden-Bestände geführt haben.

---

<sup>4</sup> Räuber waren hier große Barsche, nicht Kormorane

Die Invasion der Quagga-Muschel dürfte inzwischen ebenfalls Effekte auf die Fischgemeinschaft haben. Die Art ist in Nordamerika und in Europa hochgradig invasiv. In neu besiedelten Gewässern verbreitet sie sich sehr schnell, beispielsweise ist sie am Bodensee 2016 nachgewiesen worden und war schon 2018 im gesamten See mit Dichten von  $> 5000 \text{ Ind/m}$  im Litoral und  $> 1000 \text{ Ind/m}^2$  in 80 m Tiefe vorhanden (Haltiner et al. 2022). Die Quagga-Muschel filtert effektiv das Phytoplankton. Der Effekt einer Quagga-Invasion wird als dramatisch beschrieben, sie ändert schon innerhalb von 5 Jahren nach Erstbesiedlung das Nahrungsnetz von einer Freiwasser- zu einer Boden-dominierten Struktur (Cuhel & Aguilar 2013; Fera et al. 2017; Karatayev & Burlakova 2022) mit den Folgen erhöhte Sichttiefen, abnehmende Phytoplanktondichten und Zunahmen von Makrophyten und Makrozoobenthos. Der Effekt ist eine deutliche Oligotrophierung besiedelter Seen, wie sie auch am Großen Plöner See zu beobachten war. Neben der Filtertätigkeit wirkt auch die Änderung des Substrates durch die flächendeckende Besiedlung auf die Gewässerökologie. Infolge eines abnehmenden Planktonaufkommens sind Abnahmen planktivorer Fische zu beobachten (Karatayev & Burlakova 2022; St. Andre et al. 2023). Am Großen Plöner See wären das unter anderem Plötze, Rotfeder, Kleine Maräne und Stint, auch der Blei ist in vielen Seen planktivor. Die Effekte der Quagga-Muschel auf benthivore Fische sind unterschiedlich: einige Arten werden durch die Änderung des Makrozoobenthos beeinträchtigt, andere können die Muschel fressen und/oder profitieren von Aufwuchsorganismen. Detaillierte Untersuchungen für europäische Fischarten liegen nicht vor. Insgesamt entspricht die aktuelle Fischgemeinschaft des Großen Plöner See aber stark einem Zustand, wie er als Folge eine Invasion der Quagga-Muschel zu erwarten gewesen wäre.

In einem (unklaren) Zusammenhang mit den genannten Einflüssen steht der hohe Anteil des Dreistachligen Stichlings im Großen Plöner See. Eine deutliche Zunahme der Art im zeitlichen Zusammenhang mit Oligotrophierung, Einfluss des Kormorans auf den Fischbestand sowie der Invasion der Quagga-Muschel wird auch für den Bodensee beschrieben (Baer & Brinker 2021). Durch Konkurrenz um Zooplankton und direkte Prädation von Larven oder Jungfischen reduziert der Dreistachlige Stichling dort Häufigkeit und Wachstum von Coregonen deutlich (Ogorelec et al. 2022a; Ogorelec et al. 2022b; Ros et al. 2019) mit sehr starken negativen Effekten auf die Fischerei (Eckmann & Engesser 2019; Roch et al. 2018).

Die Effekte der Fischentnahme durch Kormoran und die der Invasion der Quagga-Muschel beschleunigen die Effekte einer allgemeinen Oligotrophierung am Großen Plöner See, wenn auch in sehr unterschiedlichen Wirkketten. Die vorgenannten detaillierten Untersuchungen vergleichbarer Zusammenhänge an großen, tiefen Seen in Nordamerika sowie am Bodensee unterstützen die Annahmen.

## 7 Quellen

- Amlacher, E. (1986): Taschenbuch der Fischkrankheiten. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Anwand, K. (1996): Untersuchungen über das Wachstum der Kleinen Maräne (*Coregonus albula* L.) in einigen nordostdeutschen Seen. *Fischer & Teichwirt* 12: 482-486.
- Argillier, C., S. Caussé, M. Gevrey, S. Pédrón, J. Bortoli, S. Brucet, M. Emmrich, E. Jeppesen, T. Lauridsen, T. Mehner, M. Olin, M. Rask, P. Volta, I. J. Winfield, F. Kelly, T. Krause, A. Palm & K. Holmgren (2013): Development of a fish-based index to assess the eutrophication status of European lakes. *Hydrobiologia* 704: 193-211.
- Arp, W. & G. Maier (2020): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2019 - Los 1: Behlendorfer See, Bültsee, Dobersdorfer See, Garrensee, Großer Plöner See Südteil, Ihlsee, Pinnsee, Vierer See LimPlan, Berlin, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein.
- Baer, J. & A. Brinker (2021): Wieviel weniger darf's denn sein? Düstere Zukunftsaussichten für die Bodenseefischerei, eine der größten Binnenfischereien Europas. *Zeitschrift für Fischerei* 2: Artikel 1: 1-13.
- Baer, J., C. Spiessl, K. Auerswald, J. Geist & A. Brinker (2022): Signs of the times: Isotopic signature changes in several fish species following invasion of Lake Constance by quagga mussels. *Journal of Great Lakes Research*.
- Basecamp 4.7.2 (2013): Garmin Basecamp. Computerprogramm von, Garmin Deutschland GmbH.
- Bauch, G. (1970): Die einheimischen Süßwasserfische. Neumann Verlag.
- Baur, W. H. & J. Rapp (2003): *Gesunde Fische*. Parey, Berlin.
- Beeck, P., S. Tauber, S. Kiel & J. Borcharding (2002): 0+ perch predation on 0+ bream: a case study in a eutrophic gravel pit lake. *Freshwater Biology* 47: 2359-2369.
- Bohlen, J. (2003): Untersuchungen zur Autökologie des Steinbeißers, *Cobitis taenia*. Dissertation, Humboldt-Universität Berlin.
- Böttger, T. (2006): Fischmonitoring in 15 schleswig-holsteinischen Seen. Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- Brauns, M. (2009): Untersuchung des eulitoral Makrozoobenthos an sieben Seen in Schleswig-Holstein. Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, im Auftrag Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, .
- Brauns, M. & X.-F. Garcia (2008): Untersuchung des eulitoral Makrozoobenthos an zehn Seen in Schleswig-Holstein. Leibniz-Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries, im Auftrag Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- Britton, J. R., J. P. Harvey, I. G. Cowx, T. Holden, M. J. Feltham, B. R. Wilson & J. M. Davies (2002): Compensatory responses of fish populations in a shallow eutrophic lake to heavy depredation pressure by cormorants and the implications for management. In: I. G. Cowx (Ed.) *Management and ecology of lake and reservoir fisheries*, pp. 170-183. Blackwell Science, Oxford.
- Brucet, S., S. Pédrón, T. Mehner, T. L. Lauridsen, C. Argillier, I. J. Winfield, P. Volta, M. Emmrich, T. Hesthagen, K. Holmgren, L. Benejam, F. Kelly, T. Krause, A. Palm, M. Rask & E. Jeppesen (2013): Fish diversity in European lakes: geographical factors dominate over anthropogenic pressures. *Freshwater Biology* 58: 1779-1793.
- Burrough, R. J. & C. R. Kennedy (1979): The occurrence and natural alleviation of stunting in a population of roach, *Rutilus rutilus* (L.). *Journal of Fish Biology* 15: 93-109.
- Carss, D. N. (2003): Reducing the conflict between Cormorants and fisheries on a pan-European scale - REDCAFE (final report). C. f. E. a. H. Natural Environment Research Council, Aberdeenshire, im Auftrag European Commission DG XIV Directorate-General for Fisheries.
- Carss, D. N. & G. R. Ekins (2002): Further European integration: mixed sub-species colonies of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* in Britain - colony establishment, diet, and implications for fisheries management. *Ardea* 90: 23-41.
- Coring, E. & J. Bätke (2006): Bericht zum Untersuchungsauftrag „Analyse der Diatomeenbesiedlung im Litoral und Profundal schleswig-holsteinischer Seen - Praxistest 2005“. EcoRing, Hardeggen, im Auftrag Landesamt für Natur und Umwelt des Landes

Schleswig-Holstein.

- Cuhel, R. L. & C. Aguilar (2013): Ecosystem Transformations of the Laurentian Great Lake Michigan by Nonindigenous Biological Invaders. *Annual Review of Marine Science* 5: 289-320.
- Czensny, R. (1961): Wasser-, Abwasser- und Fischereichemie. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig.
- Davies, J. M., T. Holden, M. J. Feltham, B. R. Wilson, J. R. Britton, J. P. Harvey & I. G. Cowx (2003): The use of a Monte Carlo simulation model to estimate the impact of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo* at an inland fishery in England. *Vogelwelt* 124: 309-317.
- Diekmann, M., U. Brämick, R. Lemcke & T. Mehner (2005): Habitat-specific fishing revealed distinct indicator species in German lowland lake fish communities. *Journal of Applied Ecology* 42: 901-909.
- Ebel, G., F. Fredrich, A. Gluch, C. Lecour & F. Wagner (2006): Methodenstandard für die Funktionskontrolle von Fischaufstiegsanlagen. BWK-Fachinformationen, Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e. V., Paul Parey, Sindelfingen.
- Eckmann, R. & B. Engesser (2019): Reconstructing the build-up of a pelagic stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) population using hydroacoustics. *Fisheries Research* 210: 189-192.
- Emmrich, M. & H. Düttmann (2011): Seasonal shifts in diet composition of Great Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* foraging at a shallow eutrophic inland lake. *Ardea* 99: 207-216.
- En 14011 (2003): European Standard: Water quality - Sampling of fish with electricity vom ICS 13.060.70; 65.150.
- En 14757 (2005): Europäische Norm: Wasserbeschaffenheit - Probennahme von Fisch mittels Multi-Maschen-Kiemennetzen vom 27.06.05. ICS 13.060.70; 65.150.
- En 14757 (2015): European Standard: Water quality - Sampling of fish with multi-mesh gillnets vom 27.06.05. ICS 13.060.70; 65.150, zuletzt geändert am 01.08.2015.
- Fell, H. & H. Fell (2016): Kartierung und Klassifizierung der Uferstruktur an 19 Seen in Schleswig-Holstein. F. K. GmbH, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein,.,.
- Fera, S. A., M. D. Rennie & E. S. Dunlop (2017): Broad shifts in the resource use of a commercially harvested fish following the invasion of dreissenid mussels. *Ecology* 98: 1681-1692.
- Freyhof, J. (2009): Rote Liste der im Süßwasser reproduzierenden Neunaugen und Fische (Cyclostomata & Pisces). *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70: 291-316.
- Froese, R. & D. Pauly (2022): FishBase. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), abgerufen.
- Füllner, G. & V. George (2007): Zum Einfluss des Kormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) auf den Fischbestand der Mulde in Sachsen. *Fischer & Teichwirt* 8: 290-294.
- Gaye-Siessegger, J. (2014): The great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) at lower lake Constance/Germany: dietary composition and impact on commercial fisheries. *Knowl. Managt. Aquatic Ecosyst.*
- Google Earth Pro 7.3.4.8642 (2013): Google Earth Pro. Computerprogramm von, Google LLC.
- Griffiths, D. (2006): The direct contribution of fish to lake phosphorus cycles. *Ecology of Freshwater Fish* 15: 86-95.
- Grothe, M., A. Beutler-Koch, B. Degen, P. Werner & V. Thiele (2014): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos für WRRL und FFH-RL in schleswig-holsteinischen Seen 2013 - Los 5 (Behlendorfer See, Großer Plöner See, Schluensee, Wittensee). biota, Kiel, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein,.,.
- Grothe, M., B. Degen, J. Niederstraße, P. Werner & V. Thiele (2017): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos für WRRL und FFH-RL in schleswig-holsteinischen Seen, 2016 - Los 5 (Großer Plöner See, Schluensee, Wittensee). biota, Kiel, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein,.,.
- Haltiner, L., H. Zhang, O. Anneville, L. D. Ventura, J. T. Deweber, J. Hesselschwerdt, M. Koss, S. Rasconi, K.-O. Rothhaupt, R. Schick, B. Schmidt, P. Spaak, P. Teiber-Siessegger, M. Wessels, M. Zeh & S. R. Dennis (2022): The distribution and spread of quagga mussels in

- perialpine lakes north of the Alp. *Aquatic Invasions* 17: 153-173.
- Hegermann, M. (1964): *Der Hecht*. Die neue Brehm-Bücherei, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg.
- Heibo, E. & C. Magnhagen (2005): Variation in age and size at maturity in perch (*Perca fluviatilis* L.), compared across lakes with different predation risk. *Ecology of Freshwater Fish* 14: 344-351.
- Helminen, H., J. Karjalainen, M. Kurkilahti, M. Rask & J. Sarvala (2000): Eutrophication and fish biodiversity in Finnish lakes. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Limnologie* 27: 194-199.
- Hoffmann, G. (2006): Bewertung der ökologischen Qualität von Seenlitoralen Schleswig-Holsteins anhand benthischer Diatomeen zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (Untersuchungsjahr 2004). o. Institution, Glashütten, im Auftrag Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein,.
- Hölker, F. & R. Thiel (1998): Biology of Ruffe (*Gymnocephalus cernuus* (L.)) - A Review of Selected Aspects from European Literature. *Journal of Great Lakes Research* 24: 186-204.
- Horppila, J., J. Ruuhijarvi, M. Rask, C. Karppinen, K. Nyberg & M. Olin (2000): Seasonal changes in the diets and relative abundances of perch and roach in the littoral and pelagic zones of a large lake. *Journal of Fish Biology* 56: 51-72.
- Jansch, S. (2018): Erlass einer neuen Verordnung zur Abwendung von Schäden durch Kormorane in Schleswig-Holstein - Vorlage einer fachlichen Begründung durch die Fischereiverwaltung SH - Abschätzung des durch Kormorane (*Phalacrocorax carbo sinensis*) verursachten fischereiwirtschaftlichen Schadens, Stand Juni 2018. Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR), , Flintbek.
- Karatayev, A. Y. & L. E. Burlakova (2022): What we know and don't know about the invasive zebra (*Dreissena polymorpha*) and quagga (*Dreissena rostriformis bugensis*) mussels. *Hydrobiologia*.
- Keller, T. (1995): Food of Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering in Bavaria, southern Germany. *Ardea* 83: 185-192.
- Knösche, R. (1996): Literaturstudie zu den Auswirkungen des Kormoranbefluges auf die Fischbestände und die Fischerei in Brandenburg. Institut für Binnenfischerei e. V., Potsdam-Sacrow.
- Konečná, M. & M. Reichard (2011): Seasonal dynamics in population characteristics of European bitterling *Rhodeus amarus* in a small lowland river. *Journal of Fish Biology* 78: 227-239.
- Koop, B. (2018): Stetig ist nur der Wandel: 30 Jahre Wasservogelbestandserfassungen im Großer Plöner See-Gebiet 1984 bis 2014. *Vogelwelt* 138: 71-108.
- Koop, B. (2021): Ornithologische Begleituntersuchungen zum Kormoran - Bericht für 2021. Plön, im Auftrag Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein,.
- Kottelat, M. & J. Freyhof (2007): *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat, Cornol.
- Lanu Sh (2001): Zustand und Belastungsquellen Großer Plöner See. *Berichte des Landesamtes 49*, Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LANU), Kiel.
- Lawa (2015): *Verfahrensanleitung für eine uferstrukturelle Gesamtseeklassifizierung (Übersichtsverfahren)*. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.
- Le Cren, E. D. (1992): Exceptionally big individual perch (*Perca fluviatilis* L.) and their growth. *Journal of Fish Biology* 40: 599-625.
- Martin, P., M. Pfeiffer & G. Füllner (2008): *Flusskrebse in Sachsen*. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- Martyniak, A., B. Wziątek, U. Szymanska, P. Hliwa & J. Terlecki (2003): Diet composition of Great Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* at Katy Ryback, NE Poland, as assessed by pellets and regurgitated prey. *Vogelwelt* 124: 217-225.
- Massol, F., P. David, D. Gerdeaux & P. Jarne (2007): The influence of trophic status and large-scale climatic change on the structure of fish communities in Perialpine lakes. *Journal of Animal Ecology* 76: 538-551.
- Neumann, M. (2011): *Fischbiologische Bewertung von 22 schleswig-holsteinischen Seen: Ein Vergleich verschiedener Bewertungsentwürfe*. Büro Michael Neumann, Kiel, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein.
- Neumann, M. (2013): *Fischbiologische Bewertung von vier schleswig-holsteinischen Seen der*

- Überblicksüberwachung nach dem SITE-Verfahrensentwurf (Modul 1). Büro Michael Neumann, Kiel, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Schleswig-Holstein,,.
- Neumann, M. & K. Bisler (2002): Bewertung der Entwicklung der Fischerei auf den Großseen Schleswig-Holsteins und von besonderen prägenden Aspekten - Großer Plöner See, Großer Ratzeburger See, Schaalsee, Selenter See und Wittensee -. Büro Michael Neumann, im Auftrag Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- Northcote, T. G. & J. Hammar (2006): Feeding ecology of *Coregonus albula* and *Osmerus eperlanus* in the limnetic waters of Lake Mälaren, Sweden. *Boreal Environment Research* 11: 229-246.
- Ogewv (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer vom 20.06.16. BGBl. I Seiten 1373 ff.
- Ogorelec, Ž., A. Brinker & D. Straile (2022a): Small but voracious: invasive generalist consumes more zooplankton in winter than native planktivore. *NeoBiota* 78.
- Ogorelec, Ž., L. G. Rudstam & D. Straile (2022b): Can young-of-the-year invasive fish keep up with young-of-the-year native fish? A comparison of feeding rates between invasive sticklebacks and whitefish. *Ecology and Evolution* 12: e8486.
- Olin, M. & T. Malinen (2003): Comparison of gillnet and trawl in diurnal fish community sampling. *Hydrobiologia* 506-509: 443-449.
- Olin, M., T. Malinen & J. Ruuhijärvi (2009): Gillnet catch in estimating the density and structure of fish community - Comparison of gillnet and trawl samples in a eutrophic lake. *Fisheries Research* 96: 88-94.
- Olin, M., M. Rask, J. Ruuhijarvi, M. Kurkilahti, P. Ala-Opas & O. Ylonen (2002): Fish community structure in mesotrophic and eutrophic lakes of southern Finland: the relative abundances of percids and cyprinids along a trophic gradient. *Journal of Fish Biology* 60: 593-612.
- Orendt, C., S. Fiedler, B. Janecek & F. Krüger (2006): Untersuchung des Makrozoobenthos an zwölf schleswig-holsteinischen Seen. O. Hydrobiologie, Leipzig, im Auftrag Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- Otto, C. & S. Speth (2018): Validierung des Bewertungsverfahrens für Makrozoobenthos (AESHNA Version Mai 2017) anhand der Daten aus 2012 und 2014 in Schleswig-Holstein gemäß WRRL. ohne Institution, Fahrenkrug, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein.
- Otto, C. & S. Speth (2020): Plausibilisierung des Bewertungsverfahrens für Makrozoobenthos (AESHNA Version Mai 2017) anhand von neu zu erhebenden Daten aus 2019 an sechs Seen in Schleswig-Holstein gemäß WRRL und Mitarbeit in einem bundesweiten Fachbeirat. ohne Institution, Fahrenkrug, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein.
- Otto, C., S. Speth, R. Brinkmann & H. Reusch (2013): Validierung des Bewertungsverfahrens für Makrozoobenthos in Seen gemäß WRRL. ohne Institution, Fahrenkrug, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein.
- Persson, L. (1991): Behavioral response to predators reverses the outcome of competition between prey species. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 28: 101-105.
- Persson, L. & L. A. Greenberg (1990): Juvenile competitive bottlenecks: The perch (*Perca fluviatilis*)-roach (*Rutilus rutilus*) interaction. *Ecology* 71: 44- 56.
- Persson, L. & P. Eklöv (1995): Prey refuges affecting interactions between piscivorous perch and juvenile perch and roach. *Ecology* 76: 70-81.
- Pietroock, M. & N. Sternberg (2021): Analyse von Speiballen zur Ermittlung der Nahrungszusammensetzung von Kormoranen in den Gebieten Plöner Seen, Untertrave und Schlei. Institut für Binnenfischerei e. V., Potsdam-Sacrow, im Auftrag Ministerium für Energiewende,, Landwirtschaft,, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein,,.
- Poikane, S., D. Ritterbusch, C. Argillier, W. Białokoz, P. Blabolil, J. Breine, N. G. Jaarsma, T. Krause, J. Kubečka, T. L. Lauridsen, P. Nöges, G. Peirson & T. Virbickas (2017): Response of fish communities to multiple pressures: Development of a total anthropogenic pressure intensity index. *Science of the Total Environment* 586: 502-511.
- Prchalová, M., J. Kubečka, M. Ríha, T. Mrkvicka, M. Vasek, T. Juza, M. Kratochvíl, J. Peterka, V. Drastík & J. Krížek (2009): Size selectivity of standardized multimesh gillnets in sampling

- coarse European species. *Fisheries Research* 96: 51-57.
- Raczyński, M., P. Czerniejewski, M. Witkowska & B. Kiriaka (2008): Age and growth rate of Roach (*Rutilus rutilus* L.) from 3 lakes used for recreational fishing. *TEKA Komisji Ochrony i Kształowania Środowiska* 5a: 106-116.
- Ravn, H. D., T. L. Lauridsen, N. Jepsen, E. Jeppesen, P. G. Hansen, J. G. Hansen & S. Berg (2019): A comparative study of three different methods for assessing fish communities in a small eutrophic lake. *Ecology of Freshwater Fish* 28: 341-352.
- Riedmüller, U., E. Hoehn & U. Mischke (2013a): Trophieklassifikation von Seen: Trophieindex nach LAWA (Handbuch). Länderfinanzierungsprogramm "Wasser, Boden und Abfall" LBH & IGB, Freiburg im Breisgau, im Auftrag Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA).
- Riedmüller, U., U. Mischke, T. Pottgiesser, J. Böhmer, R. Deneke, D. Ritterbusch, D. Stelzer & E. Hoehn (2013b): Steckbriefe der deutschen Seetypen - Begleittext und Steckbriefe. Limnologie-Büro Hoehn, im Auftrag Umweltbundesamt.
- Ritterbusch, D. (2005): Untersuchungen zur Nahrungszusammensetzung des Kormorans. Institut für Binnenfischerei e. V., Potsdam, im Auftrag Landesamt für Verbraucherschutz,, Landwirtschaft und Flurneuordnung.
- Ritterbusch, D. (2017): Informationsportal zur Bewertung der Oberflächengewässer gemäß Europäischer Wasserrahmenrichtlinie - Teilbereich fischbasierte Seebewertung. <http://gewaesser-bewertung.de/>, abgerufen 22.05.17.
- Ritterbusch, D. & J. Bohlen (2000): On the ecology of spined loach in Lake Müggelsee. *Folia Zoologica* 49: 187- 192.
- Ritterbusch, D. & U. Brämick (2015): Verfahrensvorschlag zur Bewertung des ökologischen Zustandes von Seen anhand der Fische. *Schriften des Instituts für Binnenfischerei e. V.* 41: 69.
- Ritterbusch, D., U. Brämick & T. Mehner (2014): A typology for fish-based assessment of the ecological status of lowland lakes with description of the reference fish communities. *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters* 49: 18-25.
- Ritterbusch, D., R. Frenzel & J. Windheuser (2017a): Operatives und überblicksweises Fischmonitoring 2016 - WRRL Seemonitoring Schleswig-Holstein (Schaalsee, Ratzeburger See). Institut für Binnenfischerei e. V., im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft,, Umwelt und ländliche Räume,, Schleswig-Holstein,.
- Ritterbusch, D., R. Frenzel & J. Windheuser (2019): Operatives und überblicksweises Fischmonitoring 2019 Schleswig-Holstein: Wittensee. Institut für Binnenfischerei e. V., Potsdam, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein,.
- Ritterbusch, D., R. Frenzel & J. Windheuser (2020): WRRL Fischmonitoring Schleswig-Holstein 2020: Suhrer See. Institut für Binnenfischerei e. V., Potsdam, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR).
- Ritterbusch, D., R. Frenzel & J. Windheuser (2021): WRRL Fischmonitoring Schleswig-Holstein 2021: Schluensee. Institut für Binnenfischerei e. V., Potsdam, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR).
- Ritterbusch, D., P. Blabolil, J. Breine, T. Erős, T. Mehner, M. Olin, G. Peirson, P. Volta & S. Poikane (2022): European fish-based assessment reveals high diversity of systems for determining ecological status of lakes. *Science of The Total Environment* 802: 149620.
- Ritterbusch, D., E. Fladung, J. Simon, M. Pietrock, C. Lewin, N. Kettler, A. Klügel, T. Kirchner, P. Monien & T. Schmidt (2018): Die Quappe (*Lota lota*) in der Elbe. *Schriften des Instituts für Binnenfischerei e. V.* 51: 102.
- Ritterbusch, D., C. Argillier, J. Arle, W. Białokoz, J. Birzaks, P. Blabolil, J. Breine, H. Draszkwicz-Mioduszevska, N. Jaarsma, I. Karotki, T. Krause, J. Kubečka, T. Lauridsen, M. Logez, A. Maire, A. Palm, G. Peirson, M. Říha, J. Szlakowski, T. Virbickas & S. Poikane (2017b): Water Framework Directive Intercalibration: Central-Baltic Lake Fish fauna ecological assessment methods; Part B: Development of the intercalibration common metric and Part C: Intercalibration. *JRC Technical Reports*: 101.
- Roch, S., L. Von Ammon, J. Geist & A. Brinker (2018): Foraging habits of invasive three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*) – impacts on fisheries yield in Upper Lake Constance. *Fisheries Research* 204: 172-180.

- Ros, A., J. Dunst, S. Gugele & A. Brinker (2019): Anti-predator mechanisms in evolutionarily predator-naïve vs. adapted fish larvae. *Ecosphere* 10: e02699.
- Rutschke, E. (1998): *Der Kormoran*. Paul Parey, Berlin.
- Scerbowski, L. A. (1981): Criteria for estimating the growth in fish. *Roczniki nauk rolniczych* 99: 123-136.
- Schaarschmidt, T., H. H. Arzbach, R. Bock, I. Borkmann, U. Brämick, M. Brunke, R. Lemcke, M. Kämmereit, L. Meyer & L. Tappenbeck (2005): Die Fischfauna der kleinen Fließgewässer Nord- und Nordostdeutschlands - Leitbildentwicklung und typgerechte Anpassung des Bewertungsschemas nach EU-Wasserrahmenrichtlinie. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, im Auftrag Länderarbeitsgemeinschaft Wasser,.
- Schäperclaus, W. (1979): *Fischkrankheiten*. Akademie-Verlag, Berlin.
- Scharf, J., U. Brämick, F. Fredrich, U. Rothe, H. Schuhr, M. Tautenhahn, C. Wolter & S. Zahn (2011): *Fische in Brandenburg - aktuelle Kartierung und Beschreibung der märkischen Fischfauna*. Institut für Binnenfischerei e. V., Potsdam-Sacrow.
- Schilling, P. (2020): Bundestaxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands (BTL) - Stand Mai 2020. [www.gewaesser-bewertung.de](http://www.gewaesser-bewertung.de), abgerufen 02.12.2022.
- Schoenberg, W., C. Buske & K. Jensen (2007): Renaturierung degradierter Uferabschnitte an Seen der Holsteinischen Schweiz - Kartierung der Flachwasserbereiche entlang der Ufer des Großen Plöner Sees. Ökologie-Zentrum an der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, im Auftrag Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- Schoenberg, W., B. Holsten & K. Jensen (2008): Renaturierung degradierter Uferabschnitte an Seen der Holsteinischen Schweiz - Maßnahmenplanung für Röhrichtschutz und -entwicklung am Großen Plöner See und am Großen Eutiner See. AG Angewandte Pflanzenökologie (Universität Hamburg), Hamburg, im Auftrag Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- Schreckenbach, K. (2002): Einfluss von Umwelt und Ernährung bei der Aufzucht und beim Besatz von Fischen. *VDSF-Schriftenreihe* 4: 55-73.
- Schwevers, U. & B. Adam (2003): Zum Einfluss des Kormorans auf die Fischbestände der Unteren Eder (Hessen). *Fischer & Teichwirt* 5: 171-173.
- Simon, J. (2011): Wenn Jäger zu Gejagten werden - Nahrungsuntersuchungen an Kormoranen in der Havel bei Potsdam. *Fischer und Teichwirt* 01: 6-9.
- Simon, J. & T. Dürr (2011): Nahrungsökologie und Brutbiologie des Kormorans (*Phalacrocorax carbo*) im Havelgebiet bei Potsdam. *Otis* 19: 85-97.
- Šmejkal, M., D. Ricard, M. Prchalová, M. Říha, M. Muška, P. Blabolil, M. Čech, M. Vašek, T. Jůza, A. M. Herreras, L. Encinad, J. Peterka & J. Kubečka (2015): Biomass and abundance biases in European standard gillnet sampling. *PLoS ONE* 10.
- Søndergaard, M., E. Jeppesen, J. P. Jensen & S. L. Amsinck (2005): Water Framework Directive: ecological classification of Danish lakes. *Journal of Applied Ecology* 42: 616-629.
- Spratte, S. & U. Hartmann (1998): *Süßwasserfische und Neunaugen in Schleswig-Holstein*. Ministerium für ländliche Räume, Landwirtschaft, Ernährung und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein, Kiel.
- St. Andre, N., B. Roeder & M. C. Belk (2023): Effects of quagga mussel invasion on trophic niche of fishes in a western USA reservoir: a test for a trophic cascade and corresponding niche shift. *Hydrobiologia* 850: 109-121.
- Staas, S., F. Rochol & A. Scharbert (2007): Vorbereitung eines Monitorings der Fischfauna größerer Seen des Landes Schleswig-Holstein gemäß EU-WRRL - Teil C: Umfassende statistische Auswertung fischereibiologischer Untersuchungen aus 2005 und 2006 an 17 Seen. *LimnoPlan*, Erfstadt, im Auftrag Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- Steffens, W. (1995): Yield and stocking of vendace (*Coregonus albula*) in northeast Germany. *Archiv für Hydrobiologie* 46: 405-412.
- Stuhr, J. & K. Jödicke (2005): Die Ufer- und Unterwasservegetation des Brahmsees, des Dobersdorfer Sees, des Großen Plöner Sees und des Wardersees. Büro BiA, Kiel, im Auftrag Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein.
- Stuhr, J., K. V. D. Weyer, J. Bruinsma & S. Meis (2016): *Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten für die WRRL- und FFH-Richtlinie in schleswig-holsteinischen Seen*, 2016.

- Vegetation des Behlendorfer Sees, des Großen Plöner Sees, des Großen Pönitzer Sees, des Großen Segeberger Sees, des Lankauer Sees, des Schluensees und des Wittensees. Büro BiA, Kiel, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein.
- Stuhr, J., K. Jödicke, U. Holm, K. V. D. Weyer, S. Meis & V. Krautkrämer (2010): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten für die WRRL- und FFH-Richtlinie in schleswig-holsteinischen Seen, 2010. Vegetation des Behlendorfer Sees, des Blankensees, des Großen Plöner Sees, des Großen Pönitzer Sees, des Lankauer Sees, des Schluensees, des Trammer Sees und des Wittensees. Büro BiA, Kiel, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein.
- Stuhr, J., K. V. D. Weyer, J. Bruinsma, S. Meis, S. Ehlers, T. Görlich & C. Stange (2019): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten für die WRRL- und FFH-Richtlinie in schleswig-holsteinischen Seen, 2019. Vegetation des Behlendorfer Sees, des Bültsees, des Garrensees, des Großen Plöner Sees, des Großen Pönitzer Sees, des Großen Segeberger Sees, des Ihlsees (Krs. Segeberg), des Kollsees, des Langsees (Kosel), des Pinnsees, des Schluensees, des Suhrer Sees und des Wittensees. Büro BiA & Büro lanaplan, Kiel, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein.
- Stuhr, J., K. Jödicke, K. V. D. Weyer, J. Bruinsma, S. Meis, U. Holm, T. Görlich & S. Ehlers (2013): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten für die WRRL- und FFH-Richtlinie in schleswig-holsteinischen Seen, 2013. Vegetation Behlendorfer Sees, des Bültsees, des Garrensees, des Großen Plöner Sees, des Großen Pönitzer Sees, des Ihlsees (Krs. Segeberg), des Schluensees und des Wittensees Büro BiA, Kiel, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein.
- Tammi, J., A. Lappalainen, J. Mannio, M. Rask & J. Vuorenmaa (1999): Effects of eutrophication on fish and fisheries in Finnish lakes: a survey based on random sampling. *Fisheries Management and Ecology* 6: 173-186.
- Tarkan, A. S. (2006): Reproductive ecology of two cyprinid fishes in an oligotrophic lake near the southern limits of their distribution range. *Ecology of Freshwater Fish* 15: 131-138.
- Topo Active (2022): TOPOActive Europe. Karte Garmin Deutschland GmbH, Maßstab 1:25.000.
- Urbatzka, R., P. Beeck, G. Van Der Velde & J. Borchering (2008): Alternative use of food resources causes intra-cohort variation in the size distribution of young-of-the-year perch (*Perca fluviatilis*). *Ecology of Freshwater Fish* 17: 475-480.
- Van Dobben, W. H. (1995): The food of the Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis*: old and new research compared. *Ardea* 83: 139-142.
- Veldkamp, R. (1995): Diet of Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* at Wanneperven, The Netherlands, with special reference to Bream *Abramis brama*. *Ardea* 83: 143-155.
- Vilcinskas, A. (1993): Einheimische Süßwasserfische. Naturbuch Verlag, Augsburg.
- Vøllestad, L. A. & J. H. L'abée-Lund (1990): Geographic variation in life-history strategy of female roach, *Rutilus rutilus* (L.). *Journal of Fish Biology* 37: 853-864.
- Von Bertalanffy, L. (1957): Quantitative laws in metabolism and growth. *The Quarterly Review of Biology* 32: 217-231.
- Wafis (2022): Wasserwirtschaftliches Fach-Informationssystem: Seen Schleswig-Holstein (Berichtspflichtige Seen gem. EG-WRRL). <http://www.umweltdaten.landsh.de/nuis/wafis/seen/seenalle.php>, abgerufen 07.10.2022.
- Wanis (2022): Wasserkörper- und Nährstoffinformationssystem Schleswig-Holstein: Kartenportal und Seesteckbriefe. <http://zebis.landsh.de>, abgerufen 06.10.2022.
- Wanke, T. (2018): Recruitment deficits in vendace (*Coregonus albula*) – early detection, remediation and preventive management. Dissertation, Humboldt-Universität Berlin.
- Werner, P. & M. Dreßler (2020): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten/Phytobenthos für WRRL und FFH-RL in den schleswig-holsteinischen Seen Behlendorfer See, Großer Plöner See und Wittensee - Teilkomponente Diatomeen, 2019. D. a. Bioindikatoren, Berlin, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein.
- Wrrl (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik vom 23.10.2000. ABl. L 327.

Wunner, U. & P. Wißmath (2004): Zerstörung der Fischbestände der Amper durch Kormorane. Fischer & Teichwirt 4: 609-612.

Wziatek, B., A. Martyniak, U. Szymanska, J. Kozłowski & D. Dostatni (2003): Composition of the Great Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* diet in the Drawien National Park, NW-Poland. Vogelwelt 124: 291-295.

## 8 Anhang

### 8.1 Wissenschaftliche Artnamen

Tab. 13: Wissenschaftliche Namen der im Text deutsch bezeichneten Arten nach Bundestaxaliste (Schilling 2020)

<b>Artnamen deutsch</b>	<b>Artnamen wissenschaftlich</b>
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>
Aland	<i>Leuciscus idus</i>
Bachforelle/Seeforelle	<i>Salmo trutta</i>
Barsch	<i>Perca fluviatilis</i>
Bitterling	<i>Rhodeus amarus</i>
Blei	<i>Abramis brama</i>
Dreistachliger Stichling	<i>Gasterosteus aculeatus</i>
Giebel	<i>Carassius gibelio</i>
Großmaräne	<i>Coregonus c.f. lavaretus</i>
Gründling	<i>Gobio gobio</i>
Güster	<i>Blicca bjoerkna</i>
Hecht	<i>Esox lucius</i>
Kamberkrebs	<i>Faxonius limosus</i>
Karausche	<i>Carassius carassius</i>
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>
Kaulbarsch	<i>Gymnocephalus cernua</i>
Kleine Maräne	<i>Coregonus albula</i>
Moderlieschen	<i>Leucaspis delineatus</i>
Neunstachliger Stichling	<i>Pungitius pungitius</i>
Ostgroppe	<i>Cottus poeciliopus</i>
Plötze	<i>Rutilus rutilus</i>
Quagga-Muschel	<i>Dreissena rostriformis bugensis</i>
Quappe	<i>Lota lota</i>
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>
Schlammpeitzger	<i>Misgurnus fossilis</i>
Schleie	<i>Tinca tinca</i>
Steinbeißer	<i>Cobitis taenia</i>
Stint	<i>Osmerus eperlanus</i>
Ukelei	<i>Alburnus alburnus</i>
Zander	<i>Sander lucioperca</i>
Zebramuschel	<i>Dreissena polymorpha</i>

## 8.2 Netzfänge im Tiefenprofil

Tab. 14: Artspezifische Individuenzahlen N und Massen W für die benthisch gestellten Multimaschenstellnetze am Großen Plöner See (Juni/Juli 2022) - Detailangabe nach Tiefenzone.

Tiefe (m)	Art	juv. N	präad. N	adult N	Σ N	juv. W (g)	präad. W (g)	adult W (g)	Σ W
00-03	Barsch	1017		46	1063	2613		3861	6474
	Blei		3		3		31		31
	Dreist. Stichling			273	273			574	574
	Hecht	3			3	88			88
	Kaulbarsch	1	6	73	80	1	36	1008	1045
	Neun. Stichling			11	11			7,5	7,5
	Plötze		5	7	12		64	902	966
	Schleie		8	1	9		34	119	153
	Steinbeißer			64	64			160	160
03-06	Barsch	879		216	1095	1596		17585,5	19182
	Dreist. Stichling			683	683			1484	1484
	Kaulbarsch	3	5	363	371	1	16	5581	5598
	Kleine Maräne			3	3			300	300
	Neun. Stichling			1	1			1	1
	Plötze		7	2	9		95	420	515
	Steinbeißer			16	16			50	50
	Stint	1			1	1			1
06-12	Barsch	228		12	240	441		2686	3127
	Dreist. Stichling			376	376			926	926
	Kaulbarsch		7	222	229		43	5201	5244
	Kleine Maräne			1	1			52	52
	Neun. Stichling			3	3			3	3
	Steinbeißer			2	2			5	5
12-20	Barsch			1	1			107	107
	Dreist. Stichling			1	1			3	3
	Kaulbarsch			152	152			3323	3323
	Kleine Maräne			19	19			1617	1617
	Neun. Stichling			2	2			2	2
20-35	Barsch	2		1	3	2		151	153
	Dreist. Stichling			2	2			2	2
	Kaulbarsch		2	45	47		9	1084	1093
	Kleine Maräne			7	7			589	589
	Quappe			2	2			728	728
	Steinbeißer			3	3			7	7
	Stint			2	2			17	17
35-50	Barsch	1		1	2	5		186	191
	Dreist. Stichling			3	3			4	4
	Kaulbarsch			9	9			328	328
50-max	Kaulbarsch			1	1			46	46
	Quappe			1	1			639	639

Tab. 15: Artsspezifische Individuenzahlen N und Massen W für die pelagisch gestellten Multimaschenstellnetze am Großen Plöner See (Juni/Juli 2022) - Detailangabe nach Tiefenzone.

Tiefe (m)	Art	juv. N	präad. N	adult N	Σ N	juv. W (g)	präad. W (g)	adult W (g)	Σ W
00-06	Barsch	61			61	66			66
	Dreist. Stichling			1	1			1	1
	Kaulbarsch			5	5			58	58
	Kleine Maräne			2	2			114	114
	Plötze		1		1		10		10
	Steinbeißer			1	1			3	3
	Stint			16	16			124	124
06-12	Barsch	1		1	2	1		37	38
	Kleine Maräne	9		65	74	84		4205	4289
	Stint			220	220			1898	1898
12-18	Barsch	1			1	1			1
	Kleine Maräne			98	98			5916	5916
	Stint			16	16			129	129
18-24	Kleine Maräne	3		64	67	20		3093	3113
	Stint			19	19			153	153
24-30	Barsch			1	1			100	100
	Kaulbarsch		1	3	4		5	153	158
	Kleine Maräne	1		22	23	12		1300	1312
	Stint			22	22			158	158
30-36	Kleine Maräne			10	10			587	587
	Stint			10	10			80	80
36-42	Kleine Maräne	2		13	15	22		804	826
	Stint			16	16			149	149
42-48	Kleine Maräne			3	3			183	183

### 8.3 Bewertungstemplates DeLFI

#### 8.3.1 DeLFI-Site

<b>Seename:</b>	<b>Großer Plöner See</b>			DeLFI-Site
				V01_1504
<b>Seetyp:</b>	<b>TIEF</b>			Druckseite 1/2
			Datum:	15.11.2022
			Bearbeiter:	Ritterbusch
Referenz nach Neumann (2011), aktuell nach Befischungsergebnissen IfB 2022				
<b>Arten der Rahmenreferenz</b>				
<b>Art</b>	<b>Referenz</b>	<b>Rahmen?</b>	<b>Aktuell</b>	<b>Name DE</b>
<i>Abramis brama</i>	2		3	Blei
<i>Alburnus alburnus</i>	2		1	Ukelei
<i>Blicca bjoerkna</i>	1		2	Güster
<i>Cobitis taenia</i>	1		3	Steinbeißer
<i>Coregonus albula</i>	3		1	Kleine Maräne
<i>Esox lucius</i>	2		3	Hecht
<i>Gymnocephalus cernua</i>	2		2	Kaulbarsch
<i>Lota lota</i>	2	Nein	2	Quappe
<i>Osmerus eperlanus</i>	3	Nein	2	Stint
<i>Perca fluviatilis</i>	3		3	Barsch
<i>Rhodeus amarus</i>	0	Nein	1	Bitterling
<i>Rutilus rutilus</i>	3		3	Plötze
<i>Scardinius erythro.</i>	2		3	Rotfeder
<i>Tinca tinca</i>	1		2	Schleie
-	-	0	-	-
<b>See-spezifische Arten</b>				
<b>Weitere Arten</b>	<b>Referenz</b>	<b>Kontrolle</b>	<b>Aktuell</b>	<b>Name DE</b>
<i>Anguilla anguilla</i>	0		0	Aal
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	1		3	Dreist. Stichling
<i>Leuciscus idus</i>	1		1	Aland
<i>Salmo trutta far.</i>	1		1	Bachforelle
<i>Coregonus 'Große Maräne'</i>	0		2	Große Maräne allg.
<i>Gobio gobio</i>	1		1	Gründling
<i>Carassius carassius</i>	1		1	Karassche
<i>Cyprinus carpio</i>	0		1	Karpfen
<i>Pungitius pungitius</i>	1		1	Zwergstichling
<i>Sander lucioperca</i>	1		1	Zander
<i>Leucaspis delineatus</i>	1		1	Moderlieschen
<i>Carassius gibelio</i>	0		1	Giebel
<i>Misgurnus fossilis</i>	1		0	Schlammpeitzger
<i>Cottus poecilopus</i>	0		0	Ostgroppe

Abb. 15: DeLFI-Bewertungstemplate **SITE-Modul** für den Großen Plöner See 2022 - Teil 1: Referenzfischgemeinschaft und aktuelle Fischgemeinschaft

<b>See:</b>	<b>Großer Plöner See</b>			DeLFI-Site
<b>Seetyp:</b>	<b>TIEF</b>			V01_1504
Datum:	15.11.22			Druckseite 2/2
Bearbeiter:	Ritterbusch			
<b>Verbindliche Metrics</b>				
<b>Metric</b>	<b>Referenz</b>		<b>Aktuell</b>	<b>Wert</b>
<b>sensible Arten</b>				
häufige Arten	4	davon heute	4	5
regelmäßige Arten	6	davon heute	6	5
seltene Arten	12	davon heute	11	5
Anzahl Habitatgilden	3	davon heute	3	5
Anzahl Reproduktionsgilden	4	davon heute	4	5
<b>Abundanzen</b>				
Abundanz häufige Arten	4	davon heute	2	3
Abundanz Habitatgilden				
littoral	profundal	epilimnisch	hypolimnisch	<b>kombiniert</b>
4,3	na	3,0	1,0	3
Abundanz Reproduktionsgilden				
lithophil	phyto-lithophil	phytophil	psammophil	<b>kombiniert</b>
3,0	4,3	5,0	5,0	5
<b>Reproduktion besetzter Arten</b>				
			Metric berücksichtigen?	Ja
Art	1 - Kontrolle	2 - Besetzt	3 - Reproduziert	Effekt
<i>Coregonus albula</i>	Ja	Ja	Ja	
<i>Coregonus phen. "lavaretus"</i>	Nein	Ja	Nein	
<i>Esox lucius</i>	Ja	Nein	Ja	
<i>Sander lucioperca</i>	Ja	Nein	Ja	
<i>Tinca tinca</i>	Ja	Nein	Ja	
<b>Optionale Metrics</b>				
<b>Maximalmasse Blei</b>		Metric nutzen?	Klasse wählen	<b>Wert</b>
		Nein	keine Angabe	na
<b>Vernetzung</b>		Metric nutzen?		
Ist der See im Referenzzustand vernetzt?		Nein	6	na
<b>Bewertung des ökologischen Zustandes des Sees</b>				
		Anzahl der Metrics:		8
		Gesamtwert:		36
		EQR:		0,88
		Ökologische Statusklasse See:		<b>sehr gut</b>

Abb. 16: DeLFI-Bewertungstemplate **SITE-Modul** für den Großen Plöner See 2022 - Teil 2: Bewertung der Metrics und Gesamtbewertung.

### 8.3.2 DeLFI-Type

<b>Seename</b>	<b>Großer Plöner See</b>	DeLFI 01_1504	
Datum Befischung	27.06.2022	Druckseite 1/2	
Datum Bewertung	15.11.2022		
Bearbeiter	D. Ritterbusch		
<b>Seetyp</b>			
mittlere Tiefe [m]	12,9	<b>Seetyp</b>	<b>TIEF</b>
größte Tiefe [m]	56,2	Typ geändert?	Nein
Typenvorschlag	<b>TIEF</b>		
Bemerkungen:			
<b>Dateneingabe</b>			
<b>WPUE</b>		0,01934	<b>[kg/m²]</b>
<b>Art</b>	<b>vorhanden?</b>	<b>% Masse</b>	<b>% Anzahl</b>
Abramis ballerus	fehlt (natürlich)	0	
Abramis brama	ja	0,1	0,1
Blicca bjoerkna	ja	0	
Carassius carassius	ja	0	
Carassius gibelio	fehlt (natürlich)	0	
Coregonus 'Whitefish'	ja	0	
Cyprinus carpio	ja	0	
Esox lucius	ja		
Gymnocephalus cern.	ja	30,4	18,5
Perca fluviatilis	ja	53,3	
Rutilus rutilus	ja	2,7	
Sander lucioperca	ja	0	
Scardinius erythro.	ja		
Tinca tinca	ja	0,3	
Aspius aspius	fehlt (natürlich)	x	x
Gasterosteus aculeatus	ja	x	x
Gobio gobio	ja	x	x
Leuciscus cephalus	fehlt (natürlich)	x	x
Leuciscus idus	ja	x	x
Leuciscus leuciscus	fehlt (verschollen)	x	x
Lota lota	ja	x	x
Osmerus eperlanus	ja	x	x
<b>Median der Masse [g]</b>			
Barsch ≥ 06 g	15,2		
Blei ≥ 10 g			
Plötze ≥ 14 g	17,9		

Abb. 17: DeLFI TYPE-Modul (Template) für den Großen Plöner See 2022 - Teil 1: Datenblatt

<b>Seename</b>	<b>Großer Plöner See</b>		<b>DeLFI 01_1504</b>
			Page 2/3
Datum Befischung	27.06.22		
Bearbeiter	D. Ritterbusch		
<b>Ausgabe und Bewertung</b>			
<b>Metric</b>	<b>Wert</b>	<b>Bewertung</b>	<b>Auswahl</b>
obligatorische Arten	0 Arten fehlen	5	Ja
WPUE [kg/m <sup>2</sup> ]	0,01934	5	Ja
Abr. brama [% Anzahl]	0,1	5	Ja
Gymn. cernua [% Anzahl]	18,5	4	Ja
benthisch [% Masse]	33,2	5	Ja
benthivor [% Masse]	30,8	3	Ja
Median der Masse [g]		4	Ja
Barsch ≥ 06 g	15,2	4	Ja
Blei ≥ 10 g	0	n.a.	Nein
Plötze ≥ 14 g	17,9	n.a.	Nein
<b>Modifikator Reproduktion besetzte Arten</b>		Auswahl?	Ja
Art	1 - Kontrolle	2 - Besetzt	3 - Reproduziert
<i>Coregonus phen. "lavaretu</i>	Ja	Ja	Ja
<i>Esox lucius</i>	Ja	Nein	Ja
<i>Sander lucioperca</i>	Ja	Nein	Ja
<i>Tinca tinca</i>	Ja	Nein	Ja
<b>Gesamtbewertung</b>			
	Anzahl gewählter Metrics		7
	Punktezahl für Auswahl:		31
	<b>EQR für ausgewählte Metrics</b>		<b>0,86</b>
	<b>Ökologischer Zustand des Sees nach DeLFI-Type:</b>		<b>gut</b>
Ausgeschlossene Standard-Metrics:	0		
Modifikator Reproduktion ausgewählt:	Ja		
<b>Optionaler Metric Vernetzung</b>			
	<i>Ist der See im Referenzzustand vernetzt:</i>		Ja
	<i>Rheophile Cypriniden:</i>	vorhanden	
	<i>andere Indikatorarten:</i>	5	
	<i>Klasse Vernetzung:</i>		<b>sehr gut</b>
	<i>EQR einschließlich Vernetzung:</i>		0,88
	<i>Gesamtbewertung einschließlich Vernetzung:</i>		<b>gut</b>

Abb. 18: DeLFI TYPE-Modul (Template) für den Großen Plöner See 2022 - Teil 2: Bewertung

## 8.4 Vergleichstabelle Befischungen in Schleswig-Holstein

Tab. 16: Gegenüberstellung ausgewählter Ergebnisse der Befischung am Großen Plöner See mit vergleichbaren Untersuchungen an Seen in Schleswig-Holstein (Ritterbusch et al. 2017a, 2019, 2020, 2021). Der Erwartungswert ist eine fachgutachterliche Einschätzung des ökologischen Zustandes aufgrund der Intensität anthropogener Belastungen und der Bewertungsergebnisse anderer Qualitätselemente.

Parameter	Einheit	Gr. Plöner See 2022	Schluensee 2021	Suhrer See 2020	Wittensee 2019	Schaalsee NW 2016	Schaalsee Niend. 2016	Ratzeburger See 2016
Artenzahl	-	17	13	11	11	15	16	11
EF Ufer N1	(1/100 Dips)	49	219	16	8	159	75	227
EF Ufer N2	(1/100 m)	12	51	3	2	35	17	43
EF benth. N	(1/100 m <sup>2</sup> )	169	84	23	14	143	164	63
EF benth. W	(kg/100 m <sup>2</sup> )	1,9	1,6	1,6	1,3	2,8	4,0	2,4
EF pela. N	(1/100 m <sup>2</sup> )	12	3	9	6	5	40	68
EF pela. W	(kg/100 m <sup>2</sup> )	0,3	0,2	0,1	0,3	0,1	0,6	0,4
EF Großmasche N	(1/100 m <sup>2</sup> )	0,4	-	-	-	-	-	-
EF Großmasche W	(kg/100 m <sup>2</sup> )	2,3	-	-	-	-	-	-
Mortalität Kl. Maräne	(%)	98 (1-2)	-	100 (0-1)	97 (1-2)	15 (1-4)	-	64 (0-1)
Mortalität Barsch	(%)	94 (0-1)	-	76 (2-5)	25 (3-8)	52 (2-5)	58 (2-5)	21 (2-5)
Mortalität Plötze	(%)	-	10 (1-6)	51 (1-6)	-	-	-	-
DeLFI-Site	-	Sehr gut	Gut	Unbefr.	Sehr gut	Sehr gut	Gut	Gut
DeLFI-Type	-	gut	gut-sehr gut	Gut	Gut-mäßig	gut	Gut-mäßig	Gut
Erwartungswert	-	Gut-mäßig	gut-sehr gut	Gut	Gut	gut	gut	Gut