

# WRRRL Fischmonitoring Schleswig-Holstein

## Selenter See 2024



Auftraggeber	Landesamt für Umwelt des Landes Schleswig-Holstein
Auftragnehmer	Institut für Binnenfischerei e. V. Potsdam-Sacrow
Bearbeitung	D. Ritterbusch
Mitarbeit	H. Frenzel, R. Frenzel, F. Pfaff, F. Weichler, J. Windheuser

**Im November 2024**

## Zitation

IfB (2022): WRRL Fischmonitoring Schleswig-Holstein: Selenter See 2024. Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow im Auftrag Landesamt für Umwelt des Landes Schleswig-Holstein. Projektbericht, 70 Seiten.

Untersuchte Qualitätskomponente: Fische

Stammdaten (WANIS 2024)

Gewässerkategorie:	Seen
Wasserkörper:	0383 Selenter See
Wasserkörpertyp:	13: Geschichteter Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet
Flussgebietseinheit:	Schlei/Trave
Planungseinheit:	Kossau / Oldenburger Graben
Bearbeitungsgebiet:	27: Baltic-Probstei
federführendes Bundesland:	Schleswig-Holstein

Einstufung 1.-3. Bewirtschaftungszeitraum: natürlich

Umweltziel Ökologie 3. Bewirtschaftungszeitraum: guter ökologischer Zustand

Umweltziel Chemie 3. Bewirtschaftungszeitraum: guter chemischer Zustand

## Zusammenfassung

Der Selenter See hat eine Fläche von über 2100 ha und eine maximale Tiefe von 37 m. Das Gewässer ist weitgehend unverbaut und wird in einem sehr geringen Umfang genutzt. Der Nährstoffgehalt hat in etwa seit 2009 kontinuierlich abgenommen, der See ist aktuell oligotroph. Bewertungen anhand von biologischen Qualitätskomponenten nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie zeigen seit 2006 überwiegend gute ökologische Zustände und seit 2015 überwiegend sehr gute.

Das Institut für Binnenfischerei führte im Juni 2024 eine Fischbestandsuntersuchung am Selenter See durch. Als Befischungsmethoden wurden Elektrofischerei, benthische 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.

Im Selenter See wurden 13 Fischarten nachgewiesen, was einen niedrigen Wert darstellt. Das Gewässer ist nährstoffarm und weist vergleichsweise geringe Strukturvielfalt der litoralen Zonen auf, was die niedrige Artenzahl verursacht. Die Einheitsfänge in den Netzen als Maß für das Fischaufkommen waren im Vergleich zu anderen Befischungen in Schleswig-Holstein relativ hoch (benthische Netze) bzw. sehr hoch (pelagische Netze). Die Einheitsfänge der Elektrofischerei lagen im unteren Bereich, was ebenfalls durch die geringe Strukturvielfalt in den litoralen Bereichen erklärt werden kann.

In der Elektrofischerei war der Steinbeißer die häufigste Fischart. Die sehr lichten Röhrichte über sandig-steinigem Grund wurden nur von wenigen anderen Fischen als Habitat genutzt. Kleine Quappen und Hechte sammelten sich in den wenigen unterspülten Wurzeln. Die Fänge mit benthischen und pelagischen Netzen wurden sehr deutlich durch den Barsch dominiert, hierbei stark durch juvenile Tiere. Auffällig war das sehr geringe Aufkommen bzw. die Abwesenheit von Cypriniden wie Rotfeder, Blei, Güster oder Plötze. Bei diesen Fischarten fehlten kleinere Größenklassen bei Vorkommen außergewöhnlich großer Einzeltiere. Im Freiwasser war auch die Kleine Maräne häufig, wobei ausschließlich juvenile Tiere nachgewiesen wurden, die wahrscheinlich aus Besatz stammen. Die untersuchten Fischarten Barsch, Kleine Maräne, Plötze und Hecht hatten hohe altersspezifische Längen, d. h. die Fische wuchsen gut.

Die fischbasierte Zustandsbewertung nach DELFI-Verfahren ergab einen sehr guten (Site-Modul) bzw. guten (Type-Modul) ökologischen Zustand. Die Bewertungsergebnisse entsprechen der geringen anthropogenen Belastungsintensität.

Der Fischbestand des Selenter Sees zeigt keine Hinweise auf anthropogene Beeinträchtigungen, allerdings durchaus Besonderheiten in Populationsaufbau und Wachstum einiger Fischarten. Die potenziellen Zusammenhänge zur Etablierung und Bestandszunahme der Quagga-Muschel sowie zur Prädation durch Barsch und Hecht sowie Kormoran werden im Kontext aktueller Literatur diskutiert.



## Inhalt

1	Aufgabenstellung .....	7
2	Gewässerinformationen .....	8
2.1	Lage, Morphometrie und Anbindung .....	8
2.2	Anthropogene Belastungen .....	9
2.3	Biologie und Zustandsbewertungen.....	10
3	Methodik.....	13
3.1	Allgemein.....	13
3.2	Begleitmessung.....	13
3.3	Elektrobefischungen .....	13
3.4	Netzbefischungen .....	17
3.5	Auswertung.....	19
3.5.1	Fischarten: Wachstum und Populationsaufbau .....	19
3.5.2	Fischgemeinschaft: Artenzahl, Einheitsfänge und Anteile .....	21
3.5.3	Mortalitäten .....	22
3.5.4	Gesundheitszustand der Fische .....	22
3.6	Fischbasierte Bewertung des ökologischen Zustandes nach DeLFI .....	23
4	Ergebnisse .....	24
4.1	Begleitmessung.....	24
4.2	Auskünfte des fischereilichen Bewirtschafters .....	25
4.3	Fischarten: Populationsaufbau und Wachstum .....	26
4.3.1	Altersschätzungen und Wachstum.....	26
4.3.2	Längen-Häufigkeitsverteilungen und Entwicklungskategorien.....	28
4.3.3	Mortalitäten .....	36
4.4	Fischgemeinschaft: Arten, Einheitsfänge und Anteile .....	38
4.4.1	Artenzahl und -inventar.....	38
4.4.2	Elektrobefischungen .....	39
4.4.3	Stellnetzbefischungen benthisch .....	40
4.4.4	Stellnetzbefischungen pelagisch .....	41
4.4.5	Stellnetzbefischungen mit großmaschigen Netzen .....	42
4.4.6	Tiefenzonierung Multimaschen-Stellnetze .....	43
4.5	Fischbasierte Gewässerzustandsbewertung nach DeLFI .....	44
5	Diskussion .....	47
5.1	Rahmenbedingungen .....	47
5.2	Fischbestand .....	48
5.2.1	Artenzahl.....	48

5.2.2	Elektrofischerei .....	48
5.2.3	Benthische Netze .....	48
5.2.4	Pelagische Netze .....	49
5.2.5	Tiefenzonierung .....	50
5.2.6	Wachstum .....	50
5.2.7	Längen-Häufigkeiten, Reproduktion .....	50
5.2.8	Mortalitäten .....	51
5.3	Fischbasierte Bewertung .....	52
5.4	Einfluss der Quagga-Muschel und Vergleich mit dem Großen Plöner See .....	53
6	Quellen .....	55
7	Anhang .....	62
7.1	Wissenschaftliche Artnamen .....	62
7.2	Zusätzliche Abbildungen .....	63
7.3	Netzfänge im Tiefenprofil .....	64
7.4	Bewertungstemplate DeLFI .....	66
7.4.1	DeLFI-Site .....	66
7.4.2	DeLFI-Type .....	68
7.5	Vergleichstabelle Befischungen in Schleswig-Holstein .....	70

## 1 Aufgabenstellung

Im Rahmen des Monitorings der Fließgewässer und Seen in Schleswig-Holstein wurden im Jahr 2024 vom Institut für Binnenfischerei Fischbestandsuntersuchungen am Selenter 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 sechs Seen (Ritterbusch et al. 2017b, 2019, 2020, 2022b). Die Ergebnisse der Befischungen am Selenter See und die ökologische Zustandsbewertung werden in den Zusammenhang zu bereits vorliegenden Bewertungen gestellt, um das DeLFI-Verfahren zu prüfen.

## 2 Gewässerinformationen

### 2.1 Lage, Morphometrie und Anbindung

Der Selenter See liegt im Osten Schleswig-Holsteins. Der See ist tendenziell rechteckig und in West-Ost-Richtung gelegen. An Nord- und Ostufer fällt das Ufer etwas langsamer ab, dort finden sich ausgedehntere Flachwasserbereiche und größere, flache Buchten. An Süd- und Westufer hat der Selenter See gerade Uferlinien mit einer begrenzten Flachwasserzone und anschließend steilen Kanten. Ausgewählte morphometrische Kennzahlen des Gewässers zeigt Tab. 1, die Merkmale sind für Typisierung und zur fischökologischen Charakterisierung des Selenter Sees wichtig.

Tab. 1: Morphometrische Angaben zum Selenter See (WANIS 2024), Zuordnung Seetyp Nach DeLFI nach Ritterbusch et al. (2014)

Parameter	Wert	Einheit
Fläche	2124	ha
Volumen bei 37,2 m NHN	292	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Maximale Tiefe	36,8	m
Mittlere Tiefe	13,74	m
Uferlänge	32,2	km
Uferentwicklung	1,9	-
Größe des Einzugsgebietes	60,0	km <sup>2</sup>
Theoretische Wasseraufenthaltszeit	15,4	a
Seetyp nach LAWA	13	
Seetyp nach DeLFI	TIEF	

Der See wird maßgeblich durch Grund- und Regenwasser gespeist. Er weist keine größeren Zuflüsse auf, insbesondere im Osten münden aber kleinere Gewässer in den See (z. B. die Weddelbek, Radbrooksau). Abläufe sind die Mühlenau, die nach ca. 9 km in die Ostsee mündet und die Salzau, die mit einem Stauwehr angebunden ist.

Das Einzugsgebiet ist relativ klein, sodass der See dem LAWA Seetyp 13 (kalkreicher, geschichteter Tieflandsee mit relativ kleinem Einzugsgebiet) zugeordnet wird. Nach der fischspezifischen Typisierung wird der See dem Typ TIEF zugeordnet (geschichteter Tieflandsee mit Maximaltiefen über 30 m).

## 2.2 Anthropogene Belastungen

Nachfolgend werden die anthropogenen Belastungen des Selenter Sees zusammengefasst. Die Angaben dienen der Plausibilitätsprüfung der Ergebnisse der fischbasierten Bewertung mit dem DeLFI.

**Verbau und Uferdegradation:** Das Ufer des Selenter Sees ist weitgehend unverbaut. Das Ufer ist landseitig überwiegend von schmalen Waldstreifen umgeben, an die landwirtschaftliche Nutzflächen angrenzen. Ein direkter Einfluss von Siedlungen, Straßen oder einem Campingplatz findet sich am Westufer nördlich von Fargau und am Südufer westlich von Lammershagen. Es gibt zwei kleine Badestellen. Nach Messungen des Verfassers mit Google Maps sind ca. 2 % des Ufers in Form von Ortslagen, Bootsanlegestellen, Campingbereichen oder Badestränden überprägt. Fell & Fell (2016) charakterisieren das Seeufer als sehr gering bis gering verändert, was mit der Einschätzung durch das IfB übereinstimmt.

Die Wanderungsbewegungen von Fischen im Umfeld des Selenter Sees sind durch Verbau eingeschränkt. Die Abläufe in Mühlenau und Salzau wurde nicht vor Ort begutachtet. Nach Angaben von Herrn Pätzold (pers. Mitt. 2024) befindet sich in der Mühlenau bei Hohenfelde ein Mühlenstandort mit einer Fischaufstiegsanlage, die als eingeschränkt durchgängig bewertet wurde. Die Salzauer Mühle ist als nicht durchgängig bewertet worden. Eine Fortführung eventueller Wanderungen durch den See nach oberstrom ist aufgrund der kleinen Zuläufe nicht gegeben. Daher wird der Einfluss der Querbauwerke auf die Fischgemeinschaft des Selenter Sees als unbedeutend eingeschätzt.

**Nährstoffe:** Gemäß OGeWV (2016) ist der mindestens zu erreichende Zielzustand für Seen des Typs 13 ein 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. Daten zu Nährstoffgehalten zeigen, dass im Selenter See die Trophieparameter Gesamtphosphor, Sichttiefe und Chlorophyll-a unkritische Werte aufweisen. Anhand der Monitoring-Ergebnisse 2021 lagen sie im oligotrophen Bereich in der Einteilung nach Riedmüller et al. (2013). Insgesamt ist die Nährstoffbelastung im Selenter See gering und stellt keine potenzielle Belastung für die Fischbestände dar.

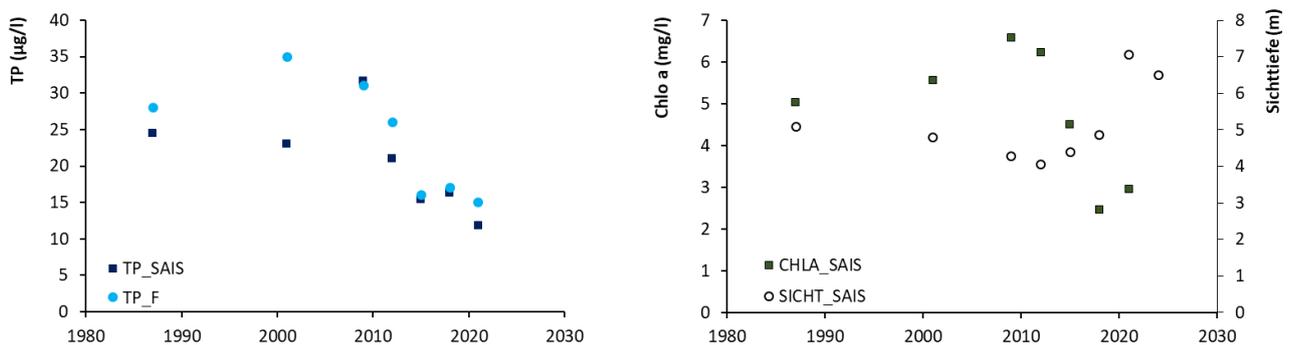


Abb. 1: Langfristige Entwicklung der LAWA-Trophieparameter im Selenter See (Daten G. Plambeck, pers. Mitt. 2024). Links Gesamtphosphor-Gehalte im Saisonmittel (TP\_SAIS) und im Frühjahr (TP\_F), rechts Saisonmittelwerte der Konzentration von Chlorophyll a (Chl. a) sowie der Sichttiefe.

**Freizeitnutzung:** Große Teile des Ufers des Selenter Sees stehen unter Schutz oder weisen keine Zugänge auf. Eine Freizeitnutzung findet in Form von Baden (5 Badestellen), Surfen (ein Zugang und begrenzt nutzbarer Bereich) und Segeln (ein Liegeplatz mit wenigen Booten) statt. Eine

Angelfischerei findet nicht statt. Insgesamt ist nicht mit Beeinträchtigungen des ökologischen Zustandes durch die Nutzung des Sees zu rechnen.

**Fischerei:** Der Selenter See wird durch einen Erwerbsfischer bewirtschaftet. Die Entnahme liegt aktuell schwerpunktmäßig auf den Arten Aal, Barsch und Hecht, ist aber von eher geringer Intensität. Ziel der fischereilichen Bewirtschaftung ist der Aufbau größerer und reproduzierender Bestände der Kleinen Maräne sowie der Großmaräne. Diese Arten werden besetzt. Damit beeinflusst die Erwerbsfischerei den Fischbestand, allerdings nicht im Sinne einer Beeinträchtigung. Eine Angelfischerei findet auf dem Selenter See nicht statt.

Häufig mit der Fischerei bzw. mit Besatz in Zusammenhang gebracht werden Wühlschäden an Submersvegetation, die von benthivoren Cypriniden wie Karpfen oder Brasseln verursacht werden. Solche Wühlspuren wurden in geringem Umfang auch am Selenter See beobachtet (Meis et al. 2022; Stühr et al. 2018). Wie im Ergebnisteil dargestellt, wurden im Selenter See einzelne, sehr große Bleie nachgewiesen, die möglicherweise solche Wühlspuren verursachen (jedoch keine Karpfen). Insgesamt ist das Vorkommen benthivorer Cypriniden im Selenter See jedoch sehr gering und beruht auf natürlicher Reproduktion gewässertypischer Fischarten. Es findet kein Besatz mit Cypriniden statt. Damit sind die Vorkommen großer Bleie nicht als anthropogener Einfluss zu bewerten.

Die anthropogenen Belastungen und die daraus resultierende Degradation des Selenter Sees sind insgesamt sehr gering. Damit ist auch für die fischbasierte Bewertung ein guter oder sehr guter Zustand plausibel.

### 2.3 Biologie und Zustandsbewertungen

Am Selenter See wurden und werden im Rahmen der Überblicksweisen Überwachung gemäß EG WRRL umfangreiche biologische und ökologische Untersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind abrufbar unter (WaFIS 2024) und werden nachfolgend kurz zusammengefasst. Sie dienen der Plausibilitätsprüfung der fischbasierten Bewertung mit dem DeLFI.

**Plankton:** Das Plankton des Selenter Sees wird seit 2009 in dreijährigen Abständen untersucht (Arp et al. 2010; Arp et al. 2013; Arp & Maier 2016, 2019, 2022). Das Phytoplankton ist in allen Jahren durch sehr geringe Chlorophyll-a Gehalte und Biovolumina gekennzeichnet.

Artenzusammensetzung und Dominanzverhältnisse charakterisieren den Selenter See als oligotrophen See.

Auch das Zooplankton ist durch hohe Artendiversität, aber geringe Individuenabundanz gekennzeichnet. Das Zooplankton kennzeichnet den See ebenfalls als oligotroph. Auffällig ist die 2022 erstmals auftretende, sehr hohe Abundanz von Veliger-Larven. Diese Beobachtung wird von den Autoren mehrfach betont, sie vermuten: „dass die Quaggamuschel im See präsent ist und durch ihre Filtrieraktivität eine Konkurrenz für das Zooplankton, insbesondere das filtrierende Zooplankton, darstellt. Seit wann die Quaggamuschel im See vorkommt, bleibt unklar.“

Das Plankton, speziell das Zooplankton, ist eine wichtige Nahrungsgrundlage für viele Fischarten. Besonders Fischlarven und Juvenile sind in der Regel auf Zooplankton angewiesen. Die geringen Abundanzen entsprechen dem Gewässer und den nährstoffarmen Bedingungen und lassen keine Einschränkungen für Fischbestände erkennen. Es ist jedoch zu erwarten, dass Etablierung und Bestandszunahme der Quagga-Muschel das Gewässer einschließlich der Fischbestände beeinflussen.

**Submerse Makrophyten:** Submerse Makrophyten werden seit 2006 in dreijährigen Abständen untersucht und bewertet. Dabei zeigt sich in allen Jahren eine durchgängig entwickelte und überwiegend dichte Submersvegetation, die vielfältig und sehr artenreich ist. Im Selenter See gibt es Massenbestände von Armleuchteralgen, die im Verlauf der Untersuchungen bezüglich Artenzahl und Bestandsausprägung tendenziell zunahmten. Die Trophie verbesserte sich von mesotroph zu oligotroph, hier bestimmt anhand der Vegetationstiefengrenze. Der Selenter See hat eine bundesweite Bedeutung für FFH-Arten. Der ökologische Zustand verbesserte sich seit 2006 von gut auf sehr gut (Meis et al. 2022; Stuhr et al. 2006; Stuhr et al. 2009; Stuhr et al. 2012; Stuhr et al. 2015, 2018).

Submerse Makrophyten sind für Fische bedeutsame Habitats, z. B. zur Nahrungssuche, als Versteck oder Laichsubstrat. Im Hinblick auf Makrophyten sind daher für den Selenter See gute bis sehr gute Bedingungen für den Fischbestand anzunehmen.

Einschränkend sollten die Rückgänge und Schäden am **Schilfgürtel** angemerkt werden. Dieser besteht im Selenter See überwiegend aus Schilf (*Phragmites australis*), teilweise durchsetzt mit Bereichen mit Schmalblättrigem Rohrkolben (*Typha angustifolia*) oder weiteren Arten. Stuhr et al. (2006) beschreiben den Röhrichtgürtel als vital und weitgehend intakt. In den oben genannten Monitoringberichten wird 2015 einmalig von Verbiss an den Röhrichten berichtet (Stuhr et al. 2015). Auch Otto & Speth (2020) vermerken für einzelne Probestellen des Makrozoobenthos abgestorbene Rhizome und vermuten historischen Schilfrückgang. Hierbei ist anzumerken, dass der Röhrichtgürtel nicht Bestandteil der regelmäßigen ökologischen Zustandsbewertung ist. Bei der Befischung 2024 wirkten die seeseitigen Ränder der Phragmites-Röhrichte flächendeckend beschädigt, augenscheinlich Verbiss durch Gänse oder Schwäne. Überschlägige Einschätzungen des IfB mit den Methoden in Google Earth Pro (Zeitschieberegler für historische Bilder) zeigen deutliche Rückgänge der seeseitigen Röhrichtfront zwischen 2004 und 2023. Dabei handelt es sich vermutlich aber nicht um anthropogene Schäden.

**Wirbellose/Makrozoobenthos:** Zum Selenter See liegen vier Berichte mit den Ergebnissen von Untersuchungen des Makrozoobenthos einschließlich einer Zustandsbewertung vor (Brauns 2009; Otto et al. 2013; Otto & Speth 2018, 2020). Allerdings handelt es sich in allen Fällen um Validierungen bzw. Plausibilisierungen des Bewertungsverfahrens. Die Bewertungen als gut mit Daten aus dem Jahr 2012 wird fachgutachterlich auf mäßig heruntergestuft, im Jahr 2019 wird die ökologische Zustandsbewertung des Verfahrens mit gut auch fachgutachterlich bestätigt. Es gab in den Jahren 2012 sehr hohe Aufkommen des Neozoons *Pontogammarus robustoides* (eine Art Flohkrebs), das entsprechende heimische Arten verdrängt und die Gesamtbesiedelung beeinträchtigt hat. Das Aufkommen der Art scheint bis 2019 abgenommen zu haben. Hier wird eine insgesamt geringe Neozoenbelastung mit einer hochwertigen Besiedelung von Röhrichten und vorgelagerten Steinen festgestellt.

Während die Dreikantmuschel (*Dreissena polymorpha*) als etabliert beschrieben wird, findet sich die Quaggamuschel (*Dreissena rostriformis*) für 2019 nur für eine Probestelle erwähnt und dort in eher geringen Aufkommen. Nach Eindruck des Verfassers haben sich die Bedingungen bis zur Befischung im Jahr 2024 deutlich geändert. Bei den Uferbefischungen waren sehr hohe Bestände der Quaggamuschel zu beobachten, die sowohl Hartsubstrate als auch andere Substrate dicht besiedelten. Der Erwerbsfischer bestätigt die rasche Zunahme der Quaggamuschel in den vorhergehenden Jahren. Damit bestätigt sich der auf zahlreichen Larvenfunden basierende Hinweis von Arp & Maier (2022) auf Etablierung und Zunahme der Art.

Das Makrozoobenthos ist eine sehr wichtige Nahrungsgrundlage für viele Fischarten. Anhand der vorliegenden Informationen lassen sich keine Einschränkungen erkennen. Unklar ist, welche Auswirkungen die Entwicklung der Quaggamuschel in den letzten Jahren hatte.

Tab. 2 fasst die ökologischen Zustandsbewertungen für verschiedene biologische Qualitätselemente in den vorliegenden Untersuchungsjahren zusammen. Insgesamt liegen die Bewertungen zwischen gut und sehr gut. Es lassen sich anhand der anderen Qualitätselemente keine ökologisch wirksamen Belastungen erkennen. Mögliche Ausnahme ist die Etablierung der Quagga-Muschel, die sich noch nicht auf die vorliegenden Bewertungen ausgewirkt hat.

Tab. 2: Ökologische Zustandsklassen bei Bewertung des Selenter Sees anhand von Phytoplankton, Makrophyten und Makrozoobenthos (fachgutachterliche Einschätzung). Quellen im Text. Zustand mit 1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = mäßig.

Jahr	Plankton	Makrophyten	Makrozoobenthos
2006		2	
2007			
2008			
2009	2	2	
2010			
2011			
2012	2	2	3
2013			
2014			
2015	2	1	
2016			
2017			
2018	1	1	
2019			2
2020			
2021	1	1	

### 3 Methodik

#### 3.1 Allgemein

Die Befischungen fanden zwischen dem 01.07. und dem 05.07.2024 statt (Kalenderwoche 27). Bei der Beprobung wurden ausgewählte Gewässerparameter erhoben, Uferbefischungen mit einem Elektrofangergerät sowie Netzbefischungen mit benthischen und pelagischen Multimaschen-Netzen durchgeführt. Abb. 2 zeigt eine Übersicht der Stellorte der Netze sowie der elektrisch befischten Uferstrecken.

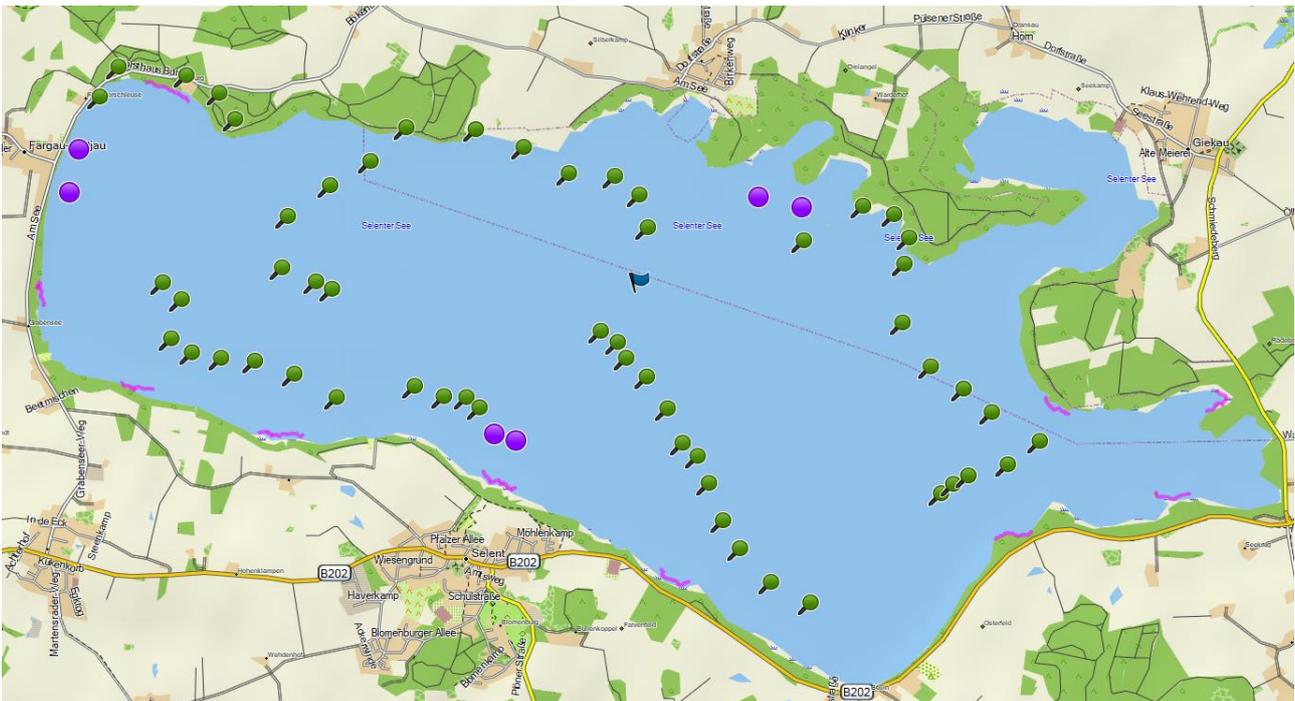


Abb. 2: Befischungsstrecken am Selenter See. Grüne Nadeln: benthische Netze, blaue Fahnen: pelagische Netze, violette Kreise: großmaschige Netze, violette Linien: elektrisch befischte Strecken. Darstellung Basecamp (4.7.4) mit Karte TOPO Active (2022).

#### 3.2 Begleitmessung

Am 03.07.2024 wurden über einer tiefen Stelle des Gewässers die Secchi-Sichttiefe sowie Tiefenprofile von Sauerstoffgehalt und Temperatur gemessen (Messgerät WTW Multi 350i).

#### 3.3 Elektrobefischungen

Zum Nachweis von Fischarten der Uferzone wurde der Selenter See am 01.07. und am 02.07.2024 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 wurden 10 Strecken elektrisch gefischt, wobei Streckenlängen von 300 m vorgegeben waren, die mit 100 Dips (einzelnes Eintauchen der Kathode) befischt werden sollten.

Die Bedingungen vor Ort waren durch hohe Sichttiefe und wenig Versteckmöglichkeiten für Fische geprägt, und daher auch durch geringe Fischdichte und hohe Fluchtdistanz. Die Befischungsweise wurde daher angepasst, indem längere Strecken mit geringerer Dip-Dichte befischt wurden. Es wurden 10 Strecken mit einer Gesamtlänge von 3622 m und einem Aufwand von 796 Dips befischt. Die insgesamt befischte Uferstrecke entspricht ca. 11 % der Uferlänge des Selenter Sees. Die Streckenverläufe wurden mit einem GPS-Gerät aufgezeichnet (Abb. 2).

Von den elektrisch gefangenen Fischen wurde die Art bestimmt und die Länge auf den mm genau ermittelt. Die Fische wurden individuell vermessen, größere Fänge kleiner Fische traten nicht auf. Es wurden jedoch an den meisten Strecken Jungfischschwärme mit 50 bis mehreren hundert Tieren beobachtet. Dabei handelte es sich um Cypriniden-Brut mit Längen von 1,5-3,0 cm, wahrscheinlich um kleine Plötzen. Die Tiere können mit den Maschenweiten des Käschers nur in geringem Umfang gefangen werden, überwiegend schlüpfen sie durch. Da diese Brutfische nicht bestimmt werden können, nicht quantitativ erfasst werden können und eine intensive Befischung zu hoher Mortalität geführt hätte, wurden sie nicht erfasst.

Das Wiegen der Fische entfällt bei der Elektrofischerei 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 dargestellt (Abb. 3-Abb. 5).

- **Strecke Eo1** - Aufwand 85 Dips auf einer Strecke von ca. 420 m (das GPS-Gerät hatte aufgrund einer Fehlfunktion zunächst kein Signal), sandig, Auflage Altschilf, Schilf-Reinbestand, viel Cypriniden-Brut, zahlreiche kleine Steinbeißer mit Längen < 4 cm nicht gefangen wegen Maschenweite
- **Strecke Eo2** - Aufwand 75 Dips auf einer Strecke von 450 m, Schilf-Reinbestand, auch im lockeren Schilf gefischt, viel Cypriniden-Brut
- **Strecke Eo3** - Aufwand 83 Dips auf einer Strecke von 420 m, sandig-steinig, Schilf-Reinbestand, hunderte Brutfische beobachtet
- **Strecke Eo4** - Aufwand 68 Dips auf einer Strecke von 290 m, sandig-steinig, Schilf, Waldrand, unterspülte Wurzeln
- **Strecke Eo5** - Aufwand 85 Dips auf einer Strecke von 370 m, sandig, etwas Steine, viel Quaggamuscheln, in unterspülten Wurzeln Hecht und Quappe, Cypriniden-Schwärme
- **Strecke Eo6** - Aufwand 70 Dips auf einer Strecke von 379 m, mit 1,5-2 m eher tief, sandig, Schilfröhricht mit etwas Typha, Cypriniden-Schwärme, sonst kein Fisch
- **Strecke Eo7** - Aufwand 85 Dips auf einer Strecke von 327 m, kiesig-steiniges Substrat, Waldsaum aber ohne unterspülte Wurzeln,
- **Strecke Eo8** - Aufwand 50 Dips auf einer Strecke von 280 m, flach, Substrat steinig, vielgestaltiges Röhricht mit Seggen, Binsen und Typha, verfrühter Abbruch wegen starkem Wind und hohen Wellen
- **Strecke Eo9** - Aufwand 100 Dips auf einer Strecke von 360 m, eher flach, Substrat sandig, lockeres Schilf, teilweise schlammig, mit unterspülten Wurzeln, hier fast alle Fänge
- **Strecke Eo10** - Aufwand 95 Dips auf einer Strecke von 370 m, vielgestaltige Strecke, Insel mit unterspülten Wurzeln, über Krautmatte, Steinfeld und durch Schilfröhricht mit Binsen, Substrat zunächst steinig, später sandig. Quappen und Hechte in unterspülten Wurzeln



E01



E02



E03



E04



Abb. 3: Fotos zur Charakterisierung der elektrisch befaschten Uferabschnitte E01-E04



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



Abb. 5: Fotos zur Charakterisierung der elektrisch befischten Uferabschnitte E09 und E10

### 3.4 Netzbefischungen

Bei der Befischung mit benthischen Multimaschen-Stellnetzen nach dem europäischen Standardverfahren (EN 14757 2015) werden normierte Multimaschennetze in vorgegebenem Umfang in verschiedenen Tiefenbereichen des Sees gestellt. 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 unterschiedlicher Maschenweite von jeweils 2,5 m Länge. Die Maschenweiten sind 43/19,5/6,25/10/55/8/12,5/24/15,5/5/35/29 mm.

Die Anzahl der auszubringenden Netze richtet sich nach Gewässerfläche und -tiefe. Die Netze sollen zufällig in den Seebereichen mit der jeweilig zutreffenden Tiefe verteilt werden. 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 Selenter Sees betragen etwa 19 °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 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.

Gemäß den vertraglichen Vorgaben wurden nach europäischem Standardverfahren (EN 14757 2015) 56 benthische Netze gestellt. Bei der Befischung durch das IfB wurden Wassertemperatur und Stellzeiten eingehalten. Es gab Abweichungen der realisierten Stelltiefen von der Vorgabe des EN (Tab. 3). Nach Standardvorgabe sollen 9 Netze in den Tiefenbereich von 35-50 m gestellt. Im Selenter werden nur in einem minimalen Bereich im Nordosten Tiefen von 35-37 m erreicht, sodass diese Netze in den Bereich 20-35 m gestellt wurden. Eine Modifikation der Verteilung der Netze entsprechend der Flächen der Tiefenbereich ist im EN 14757 ausdrücklich zugelassen.

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	1
03-06	10	06-12	1
06-12	11	12-18	1
12-20	10	18-24	1
20-35	15		
<b>Gesamt</b>	<b>56</b>		<b>4</b>

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, das gesondert aufgenommen werden sollte. 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). Vertraglich war vorgesehen, vier pelagische Netzsäulen an unterschiedlichen Stellen zu stellen, was 17 pelagischen Netzen entsprochen hätte. Bereits in der ersten pelagischen Netzsäule wurden hohe Fänge von Jungfischen der Kleinen Maräne über die gesamte Gewässertiefe nachgewiesen. Der fischereiliche Bewirtschafter des Gewässers besetzt seit zwei Jahren die Kleine Maräne und befischt die Art nicht. Sein Ziel ist es, einen angepassten Bestand der Kleinen Maräne aufzubauen, der zukünftig eine nachhaltige fischereiliche Nutzung ermöglicht. Auf seinen Wunsch wurde mit dem Landesamt für Umwelt vereinbart (Fr. Plambeck), keine weiteren Netzsäulen zu stellen. Nach Ansicht des Institutes für Binnenfischerei hätten weitere pelagische Netze mit hoher Wahrscheinlichkeit auch keine zusätzlichen, fachlich relevanten Informationen geliefert. Es wurde daher eine Säule von 4 Netzen gestellt, die den Tiefenbereich von 0-24 m abdeckte.

In den Fängen der 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, 110 und 130 mm sind jeweils 50 m lang und 1,5 m hoch. Die Netze jeder Maschenweite wurden jeweils drei Mal gestellt (12 zusätzliche Großmaschen-Netznächte). Wie die die Multimaschen-Netze werden auch die Großmaschen-Netze auf den Gewässerboden gestellt (benthisch). Sie wurden in Tiefen bis 12 m eingesetzt.

Die Fänge mit den großmaschigen Netzen sollen Zusatzinformationen zum Fischbestand liefern. 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.

### 3.5 Auswertung

Im Vorhaben wurden Fische mit benthischen, pelagischen und großmaschigen Netzen, sowie mit Elektrofischerei gefangen. In Abhängigkeit von der Fragestellung werden die eingesetzten Methoden bei der Auswertung getrennt betrachtet oder zusammengefasst. Die Fangergebnisse wurden in einer vorgegebenen Struktur an den Auftraggeber übermittelt

#### 3.5.1 *Fischarten: Wachstum und Populationsaufbau*

##### 3.5.1.1 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 zwischen Rücken- und Schwanzflosse 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. 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 caudale Richtung bei der Kleinen Maräne und der Plötze (die Messrichtung bei der Kleinen Maräne wurde gegenüber früheren Gutachten zu Seen in SH geändert, was aber nichts an den berechneten Fischlängen ändert)
- horizontal nach cranial beim Hecht,
- diagonal nach cranial-ventral beim Barsch.

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<sub>mess</sub>: Die gemessene Länge der Fische mit der entsprechenden Anzahl an Annuli zum Zeitpunkt des Fangs im Juni 2024

L<sub>rück</sub>: Die rückberechnete Länge der Fische zum Zeitpunkt der Anlage des jeweiligen Annulus  
Für ältere Fische können die Längen für mehrere Annuli berechnet werden. Die Anzahl der L<sub>mess</sub> pro Altersstufe ist daher immer geringer als die Anzahl der L<sub>rück</sub>. Zum Beispiel kann für einen Fisch mit 3 Annuli die Länge für die Anlage bei 1, 2 und 3 Annuli berechnet werden - gemessen wird aber nur die Länge im Sommer nach Anlage des 3. Annulus. Bei der Längenrückberechnung variiert der Stichprobenumfang in einigen Fällen, weil das Vermessen einzelner Ringdurchmesser durch schlechte Erkennbarkeit nicht möglich war.

Die geplante Anzahl von 30 untersuchten Individuen pro Art konnte nicht eingehalten werden. Vom Barsch wurden 34 Schuppenproben entnommen, von der Plötze 25, von der Kleinen Maräne 18 und vom Hecht 12. Ursachen der Stichprobenreduzierung sind zu geringe Individuenzahlen im Fang oder eine fehlende Größendiversität. Zudem wurden von den Arten Hecht und Kleine Maräne nur juvenile Individuen ohne Annuli gefangen, sodass hier eine Längenrückberechnung nicht möglich war. Auch die nachfolgend beschriebene Berechnung von Wachstumsgleichungen war damit hinfällig.

#### 3.5.1.2 Wachstumsgleichungen nach von Bertalanffy

Für Barsche und Plötzen 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.

#### 3.5.1.3 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. Größengruppen als Hinweis auf Reproduktionsdefizite oder grössenselektive Mortalität?

#### 3.5.1.4 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. Die Kategorie präadult kann es nur bei Arten geben, die frühestens mit 2 Annuli 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 Jungfischauftkommen.

Bei Fischarten, die bereits 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.

#### **3.5.2 *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.

### **3.5.3 Mortalitäten**

Im Vorhaben sollten für die Arten mit Altersschätzungen (Barsch, Kleine Maräne, Plötze, Hecht) Jahrgangsmortalitäten ermittelt werden. Mortalitäten werden im Grundsatz über die Verfolgung der Individuenzahlen 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.

Mortalitäten müssen getrennt für die einzelnen Methoden bestimmt werden. Es wird jeweils die Methode mit der größten Anzahl an Individuen der jeweiligen Art genutzt. Für Plötze und Barsch wird die Mortalität anhand der Fänge mit benthischen Netzen berechnet, für die Kleine Maräne anhand der Fänge in pelagischen Netzen. Für den Hecht wurden bisher in keiner Methode ausreichend Individuen verschiedener Altersstufen gefangen, um eine Mortalität zu berechnen.

Für die Ermittlung der Mortalitäten wird allen Individuen der jeweiligen Art ein Alter zugeordnet. Dazu ist die Festlegung überschneidungsfreier Längengrenzen für jede Altersstufe anhand von Längen-Häufigkeitsverteilungen, der Altersbestimmung sowie von Literaturangaben erforderlich. Das ist jedoch oft nicht möglich, da das Längenwachstum sehr variabel ist, auch innerhalb von Altersstufen.

Die Mortalität berechnet sich im Grundsatz als Abnahme der anteiligen Häufigkeit aufeinander folgender Kohorten. Zunächst werden 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 kann die jährliche Gesamtmortalität berechnet werden. Sie wird als Z-Wert beschrieben, der sog. instantaneous mortality rate (unmittelbare Mortalitätsrate):

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

Die Werte von Z werden ermittelt, indem der natürliche Logarithmus der gefangenen Individuenzahl über dem Alter aufgetragen wird. Z entspricht dann dem Absolutwert der Steigung der Regressionsgeraden. Aus der instantaneous mortality rate Z wiederum lässt sich die jährliche Mortalitätsrate A berechnen. A ist eine dezimale Angabe der relativen jährlichen Mortalität, z. B. entspricht A = 0,3 einer mittleren jährlichen Mortalität von 30 %.

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

### **3.5.4 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.

### 3.6 Fischbasierte Bewertung des ökologischen Zustandes nach DeLFI

Die Ergebnisse der Befischung am Selenter 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 Selenter 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 Selenter 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 Selenter 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. Es wurden nur zwei Bleie in benthischen Multimaschen-Stellnetzen gefangen; was als Datengrundlage zur Berechnung eines Medians nicht ausreicht.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Begleitmessung

Die Begleitmessung zur Befischung fand am 03.07.2024 nachmittags statt, bei windigem und bewölktem Wetter. Der Selenter See zeigte eine Temperaturabnahme unterhalb von 10 m Tiefe, ab dieser Grenze nahm die Temperatur von ca. 19 °C im Epilimnion ab. Die Abnahme war vergleichsweise langsam und gleichmäßig, über Grund hatte der See noch 10 °C Wassertemperatur.

Es gab zum Untersuchungszeitpunkt auch eine Sauerstoff-Sprungschicht. Dabei lag die Konzentration im Epilimnion bis 9 m Tiefe bei Werten von ca. 9-10 mg O<sub>2</sub>/l. Darunter war eine Abnahme auf ca. 7 mg O<sub>2</sub>/l zu erkennen, die in ca. 14 m erreicht wurden. Es gab keine weitere Abnahme, sodass über die gesamte Wassersäule kein Sauerstoffmangel für Fische vorlag.

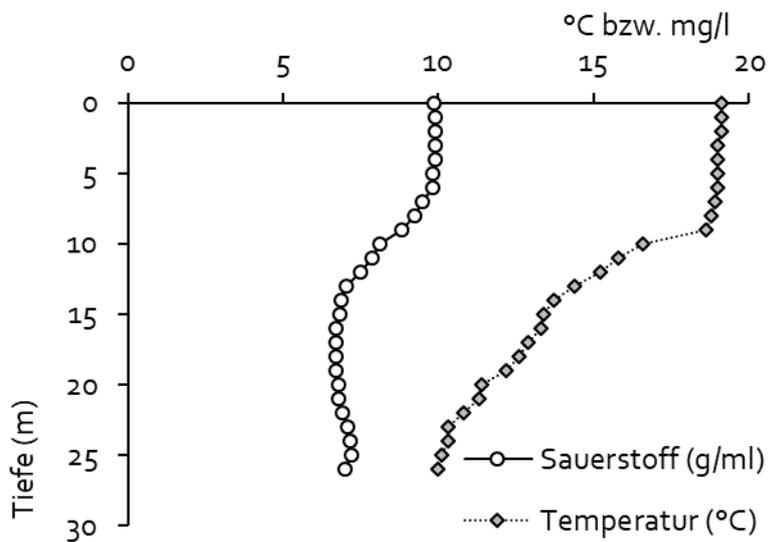


Abb. 6: Tiefenprofile für Temperatur und Sauerstoff am Selenter See vom 03.07.2024

Die Sichttiefe betrug 4,0 m, was bei geschichteten Seen des Norddeutschen Tieflands einen niedrigen mesotrophen Zustand charakterisiert (Riedmüller et al. 2013). Der pH-Wert betrug 8,6, die Leitfähigkeit 239 µS.

#### 4.2 Auskünfte des fischereilichen Bewirtschafters

Der Erwerbsfischer bewirtschaftet den See seit Anfang 2023. Er berichtete freundlicherweise von seinen Kenntnissen und Beobachtungen zum Fischbestand.

Es werden keine Angelkarten verkauft, sodass auf dem Selenter See mit Ausnahme seltener Angelausflüge der Eigentümer nicht geangelt wird. Es gibt auch keine weiteren Erwerbsfischer. Die aktuell wichtigsten Arten aus dem See für die Erwerbsfischerei sind Aal, Hecht und Barsch. Wesentliches Ziel der fischereilichen Bewirtschaftung ist der Aufbau von größeren Beständen der Kleinen Maräne und der Großmaräne. Diese waren über lange Zeit die wichtigsten Nutzarten des Selenter Sees, die Bestände sind aber bis an die Nachweisgrenze zusammengebrochen. Dazu werden seit dem Frühjahr 2023 Besatzmaßnahmen mit beiden Arten durchgeführt. Außer Kleiner Maräne und Großmaräne wird nur noch der Aal besetzt.

Der Selenter See unterliegt ökologischen Änderungen, auch in jüngster Zeit. Es gab und gibt einen ausgeprägten Fraß durch Gänse und Schwäne, was zu einem kontinuierlichen Rückgang der Schilfröhrichte führt (Abb. 7). Am Selenter See oder in der näheren Umgebung gibt es keine Kormorankolonie. Die Anzahl der Durchzügler, die in Herbst oder Frühjahr auf dem See jagen, kann jedoch bis zu 2000 Vögel betragen. Im Untersuchungsjahr 2024 gab es ein auffällig hohes Aufkommen von Unterwasserpflanzen. Auffällig waren auch die großen, in Abschnitten flächendeckenden Vorkommen von Quagga-Muscheln. Nach Angabe des Erwerbsfischers sind diese seit einigen Jahren im See zu finden und nehmen stark zu.



Abb. 7: Bereiche mit sehr lichtem Schilf mit Fraßspuren waren fast allen dichteren Schilfbeständen vorgelagert (Beobachtung des IfB bei der Elektrofischung).

### 4.3 Fischarten: Populationsaufbau und Wachstum

#### 4.3.1 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 unter den gemessenen Längen für Juli.

Tab. 4: Altersabhängige Längen von Barschen, Hechten, Kleinen Maränen und Plötzen aus dem Selenter 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	0	5,0	4,1	5,7	6			-	
Barsch	1	12,0	8,7	14,7	14	10,3	8,0	12,7	25
Barsch	2	16,3	14,8	18,9	5	13,7	12,1	17,7	11
Barsch	3	21,1	21,1	21,1	1	17,4	15,9	18,6	6
Barsch	4	23,7	22,8	25,2	3	19,6	18,6	21,3	6
Barsch	5	27,7	27,7	27,7	1	22,6	21,3	23,3	3
Barsch	6				-	25,5	24,8	26,3	2
Barsch	7	29,5	29,1	29,9	2	28,2	26,3	30,1	2
Hecht	0	14,2	9,2	17,4	12			-	
Kl. Maräne	0	11,9	10,0	15,8	18			-	
Plötze	1	13,5	12,8	14,2	2	11,7	9,7	13,5	22
Plötze	2	18,2	16,2	20,8	13	15,8	13,5	19,5	20
Plötze	3	22,2	21,5	22,8	5	19,8	15,5	21,6	7
Plötze	4	22,9	22,9	22,9	1	21,1	19,7	22,6	2
Plötze	5	24,9	24,3	25,4	2	22,2			1
Plötze	6	26,2	26,2	26,2	1				

Für Hecht und Kleine Maräne wurden nur Jungtiere ohne Annulus nachgewiesen, hier war keine Rückberechnung möglich. Die juvenilen Hechte aus dem Selenter See sind mit Längen von 9-17 cm im Literaturvergleich als gut wachsend zu bezeichnen (Bauch 1970; Hühn et al. 2023; Schaarschmidt et al. 2005). Das Wachstum der Kleinen Maränen ist durchschnittlich (Bauch 1963; Scerbowski 1981; Wanke 2018).

Für Barsch und Plötze wurden Tiere über mehrere Altersstufen hinweg nachgewiesen. Die Korrelationen zwischen Schuppenradius und Totallänge der beiden Fischarten zeigt Abb. 8. Es gab gute Korrelationen mit hohen Koeffizienten, die die Wachstumsrückberechnung in Tab. 4 ermöglichten.

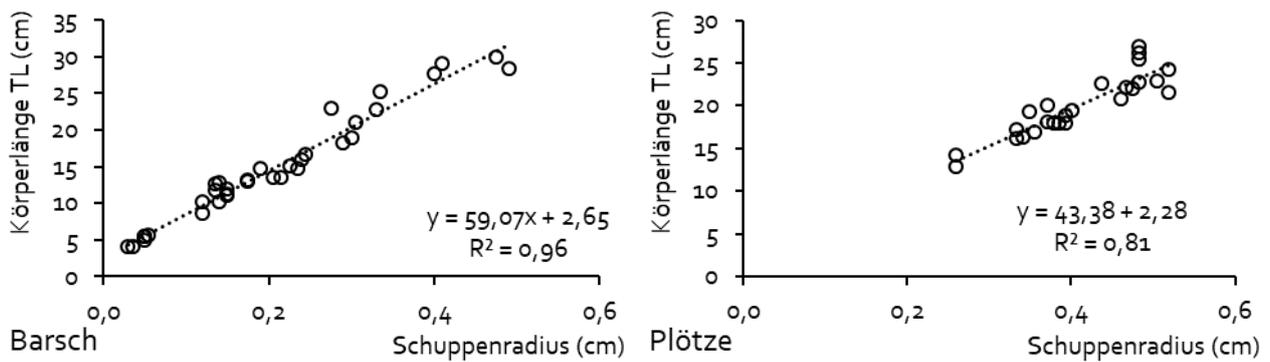


Abb. 8: Beziehung zwischen Schuppenradius und Gesamtlänge bei Barsch (links) und Plötze (rechts) aus dem Selenter See (Fang Juli 2024).

Anhand der Beziehungen zwischen Alter und Länge lassen sich für Barsch und Plötze Wachstumskurven ermitteln. Über einen Literaturvergleich kann dann das Wachstum im Selenter See eingeschätzt werden (Abb. 9). Die Altersschätzungen beim Barsch sind plausibel, die entsprechenden Längen nehmen zu und folgen dem Verlauf einer Wachstumskurve. Barsche zeigen im Selenter 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. 2017b, 2019, 2020, 2021, 2022b). Auch bei der Plötze sind die Ergebnisse der Altersschätzung plausibel. Die Plötzen aus dem Selenter See zeigen ein sehr gutes Wachstum, die Werte liegen durchgängig im oberen Bereich der Wachstumsspanne der Literaturvergleichsdaten (Bauch 1970; Burrough & Kennedy 1979; Raczyński et al. 2008; Ritterbusch et al. 2020, 2021, 2022b; Vøllestad & L'Abée-Lund 1990).

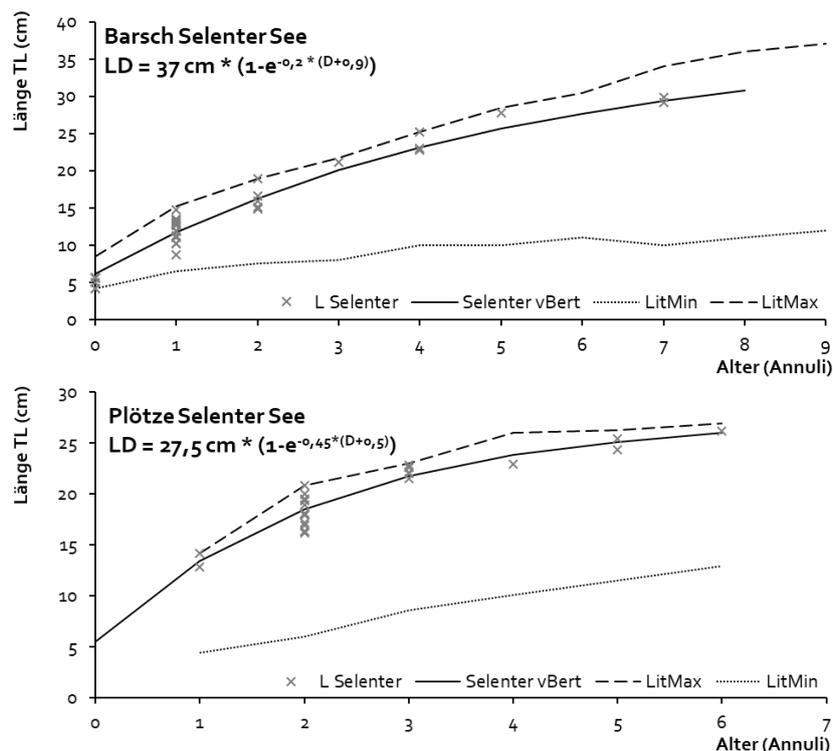


Abb. 9: Altersabhängige Längen von Barschen (oben) und Plötzen (unten) im Selenter See. Darstellung von gemessenen Längen (L Selenter), Wachstumskurve nach von Bertalanffy (Selenter vBert) sowie Extremwerte von sehr gut (LitMax) und sehr schlecht (LitMin) wachsenden Tieren nach Literaturdaten (Quellen im Text).

#### 4.3.2 Längen-Häufigkeitsverteilungen und Entwicklungskategorien

Nachfolgend werden für die gefangenen Arten die Längen-Häufigkeitsverteilungen ausgewertet und die Längenbereiche der Entwicklungskategorien juvenil, präadult und adult festgelegt. Alle Längenangaben im nachfolgenden Abschnitt sind auf den nächsten cm gerundet. Nur für Arten mit weniger als 10 Individuen im Gesamtfang und für den Kamberkrebs basiert die Einteilung ausschließlich auf Literatur zu altersspezifischen Längen und zum Alter bei Erreichen der Geschlechtsreife. Diese werden zuerst dargestellt.

**Aal:** Es wurden 7 Aale gefangen. Einer war 19 cm lang, die restlichen 6 Aale hatten Längen im Bereich 36-54 cm. 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. Es kann keine Aussage getroffen werden, ob es sich um natürlich eingewanderte oder um anthropogen etablierte Tiere handelte.

**Rotfeder:** Es wurden 3 Rotfedern gefangen, die mit 22, 23 und 37 cm eher groß waren. Mit nur drei nachgewiesenen Rotfedern ist der Bestand der Art im Selenter See sehr gering. Es kommt nur unregelmäßig oder in geringem Umfang zur Reproduktion. Die Rotfeder von 37 cm Länge liegt nahe an der artspezifisch nachgewiesenen Maximallänge von 39-40 cm (IfB-Datenbank und Verreycken et al. (2011)). Insgesamt ist der Populationsaufbau der Rotfeder im Selenter See durch das Fehlen zahlreicher Kohorten und Defizite der Reproduktion gekennzeichnet. Vergleichbare Beobachtungen wurden auch am Großen Plöner See gemacht (Ritterbusch et al. 2022b). 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). Die nachgewiesenen Rotfedern werden daher als adult angesprochen.

**Schleie:** Es wurden 2 Schleien mit Längen von 5 cm gefangen. 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). Die Schleie reproduziert im Selenter See, ist aber nicht häufig. Beide Schleien lassen sich als juvenil ansprechen.

**Kamberkrebs:** Es wurden 3 Kamberkrebse mit Längen von 6, 8 und 10 cm gefangen. Kamberkrebse reproduzieren im Herbst und werden schon im darauf folgenden Jahr geschlechtsreif (Martin et al. 2008). Alle Tiere werden daher als adult bezeichnet.

Für Fischarten mit  $\geq 10$  gefangenen Individuen werden die Häufigkeitsverteilungen genutzt, um den Populationsaufbau hinsichtlich der Aspekte Jungfischvorkommen und Kohortenverteilung zu analysieren. Auch hier werden für alle Arten Literaturangaben einbezogen. Für Barsch, Hecht, Kleine Maräne und Plötze werden zudem die Ergebnisse der Altersschätzung an Schuppen einbezogen (Tab. 4). Darauf basierend werden auch die artspezifischen Längengrenzen der Entwicklungskategorien festgelegt.

**Barsch:** Die Längen-Häufigkeitsverteilung der Barsche im Selenter See zeigt Abb. 10. Es zeigt sich eine sehr große Kohorte kleiner Barsche im Bereich von 4-7 cm. Barsche können vor dem ersten Winter Längen von 5-8 cm erreichen (Bauch 1970; Heibo & Magnhagen 2005; Schaarschmidt et al. 2005), diese Kohorte lässt sich als juvenil ansprechen. Durch die frühe Laichzeit zwischen März und Mai (Bauch 1970; Scharf et al. 2011) können bei sommerlichen bzw. spätsommerlichen Befischungen Jungfische in Multimaschen-Netzen nachgewiesen werden. Barsche, die früh auf eine piscivore Ernährung umsteigen, können im ersten Jahr auch Längen über 10 cm erreichen (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 finden und im Zusammenhang mit der Altersbestimmung in Tab. 4 wie folgt zuordnen:

- < 6 cm, juvenile Tiere ohne Annulus,
- 10-15 cm, Barsche mit 1 Annulus,
- 16-19 cm, Barsche mit 2 Annuli,
- 21-25 cm, Barsche mit 3-4 Annuli,
- 26-30 cm, Barsche mit 5-7 Annuli,

Größere Tiere wurden vereinzelt nachgewiesen. Eine nicht-logarithmische Darstellung der Abb. 10 findet sich in Abb. 19 (Anhang). Die Längen-Häufigkeitsverteilung der Barsche im Selenter See zeigt einen Bestand mit sehr hohem Jungfischauftreten, zahlreichen Altersstufen und ohne Auffälligkeiten der Kohortenverteilung. Im Vergleich zu Daten aus der genannten Literatur liegen die Längen der Barsche aus dem Selenter 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 2023; Kottelat & Freyhof 2007; Schaarschmidt et al. 2005). Demzufolge werden alle Barsche der kleinen Kohorte bis 7 cm als juvenil und alle Barsche mit Längen ab 10 cm als adult angesprochen. Zwei dazwischen liegende Barsche werden behelfsweise als präadult kategorisiert (mit 8 bzw. 9 cm).

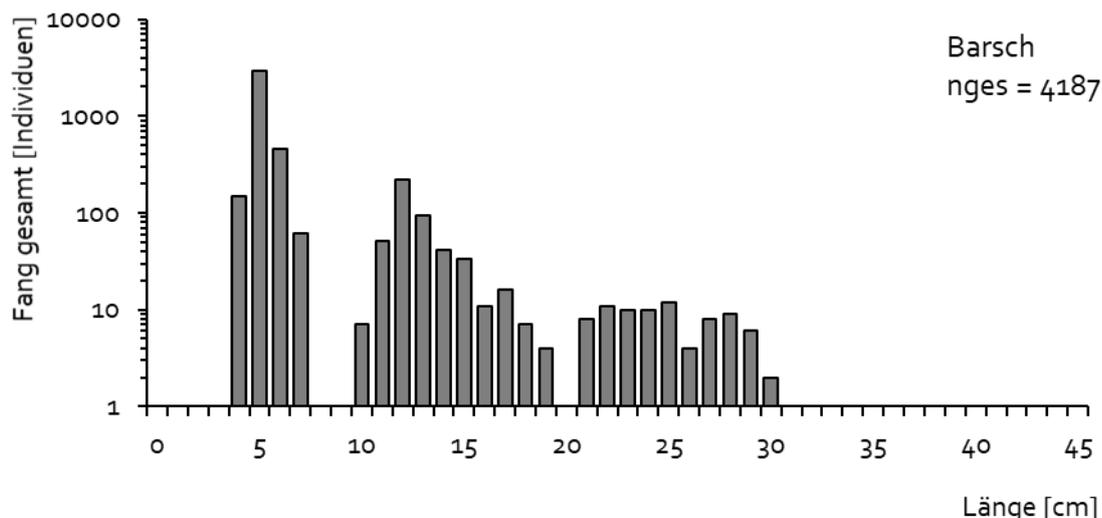


Abb. 10: Längen-Häufigkeitsverteilungen für Barsche in den Fängen am Selenter See Anfang Juli 2024. Datengrundlage ist der Gesamtfang (Multimaschen-Stellnetze benthisch und pelagisch, großmaschige Netze und Elektrofischerei kombiniert). nges ist der Stichprobenumfang. Die Y-Achse ist hier logarithmisch skaliert.

**Kaulbarsch:** Die Längen-Häufigkeitsverteilung der Kaulbarsche im Selenter See zeigt Abb. 11. Anhand der Längen lassen sich 3 Kohorten unterscheiden:

- 03-05 cm: 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). Dementsprechend werden diese 7 Tiere als juvenil angesprochen.
- 07-14 cm: in diesem Längenbereich zeigt eine größere Anzahl von 115 Tieren keine weiteren Kohorten. Tiere in diesem Längenbereich können 1-5 Annuli aufweisen (Bauch 1970; Hölker & Thiel 1998).
- 16 cm: hier finden sich zwei große Tiere.

Es kann davon ausgegangen werden, dass juvenile Kaulbarsche aufgrund der geringen Größe in den Netzfängen deutlich unterrepräsentiert sind. Für die älteren Tiere lassen sich die Kohorten aufgrund der geringen Gesamtlänge der Fischart nicht unterscheiden, sie überlappen. Damit zeigt die Längen-Häufigkeitsverteilung der Kaulbarsche im Selenter See einen Bestand mit Jungfischauftreten und ohne Auffälligkeiten in der Kohortenverteilung. Kaulbarsche reproduzieren in einem Alter von 1-2 Annuli und mit Längen von 8-10 cm, Männchen werden früher geschlechtsreif (Ebel et al. 2006; Froese & Pauly 2023; Schaarschmidt et al. 2005). Nachfolgend werden daher Tiere bis 5 cm Länge als juvenil angesprochen, alle anderen Tiere ab 7 cm Länge als adult.

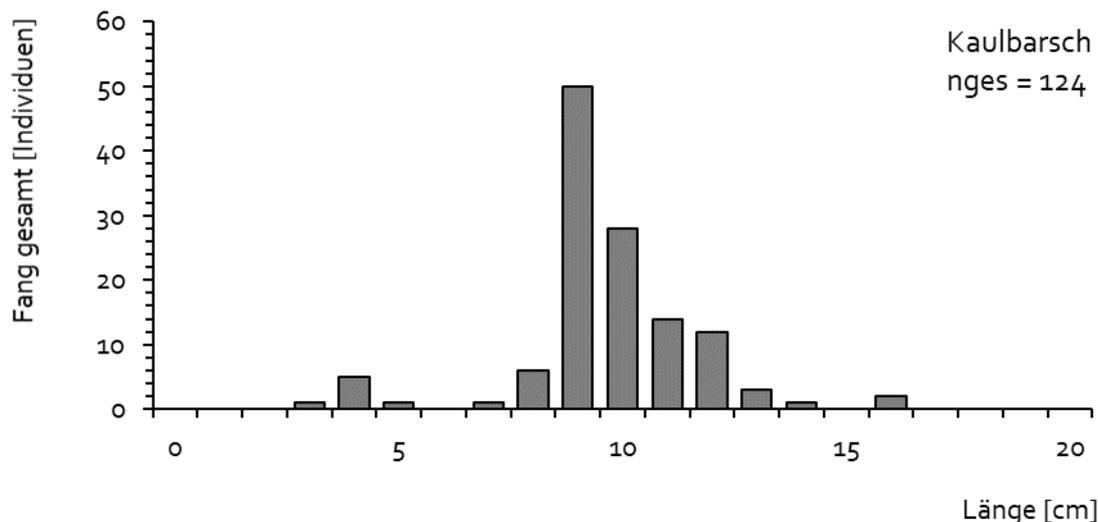


Abb. 11: Längen-Häufigkeitsverteilungen für Kaulbarsche in den Fängen am Selenter See Anfang Juli 2024. Datengrundlage wie Abb. 10.

**Hecht:** Es wurde 59 Hechte gefangen, was ungewöhnlich viel ist. Davon gehörten 58 Tiere mit Längen von 09-17 cm zu einer Kohorte (Abb. 12). Längenangaben für juvenile Hecht (ohne Annulus) reichen von 12-20 cm (Bauch 1970; Kottelat & Freyhof 2007; Schaarschmidt et al. 2005). Die Altersschätzung bestätigte, dass alle Tiere mit Längen bis 17 cm juvenil waren (Tab. 4). Hechte laichen zwischen Februar und Mai (Bauch 1970; Scharf et al. 2011), daher sind Jungfische bei sommerlichen Befischungen potenziell nachweisbar. Ein Hecht hatte eine Länge von 42 cm. 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).

Für die Auswertung werden die Tiere bis 17 cm als juvenil angesprochen, das größere Einzeltier als adult.

Im Selenter See wurden sehr hohe Anzahlen juveniler Hechte gefangen, es gibt eine hohe Reproduktion und hohe Jungfischdichten im Gewässer. Die Tatsache, dass nur ein größerer Hecht gefangen wurde, lässt keine Aussage zum Populationsaufbau zu. Die Anzahlen gefangener Hechte in Multimaschen-Stellnetzen sind üblicherweise gering, die Art ist durch Körperform, Größe und territoriales Verhalten in Stellnetzen massiv unterrepräsentiert. Der Erwerbsfischer berichtet von außerordentlich hohen Hechtdichten und überdurchschnittlich großen Stückmassen im Selenter See, die bei den vereinzelt stattfindenden Befischungen der Gewässereigentümer mit der Angel beobachtet werden. Insgesamt ist davon auszugehen, dass im Selenter See ein großer Bestand großer Hechte mit hoher Reproduktion vorhanden ist.

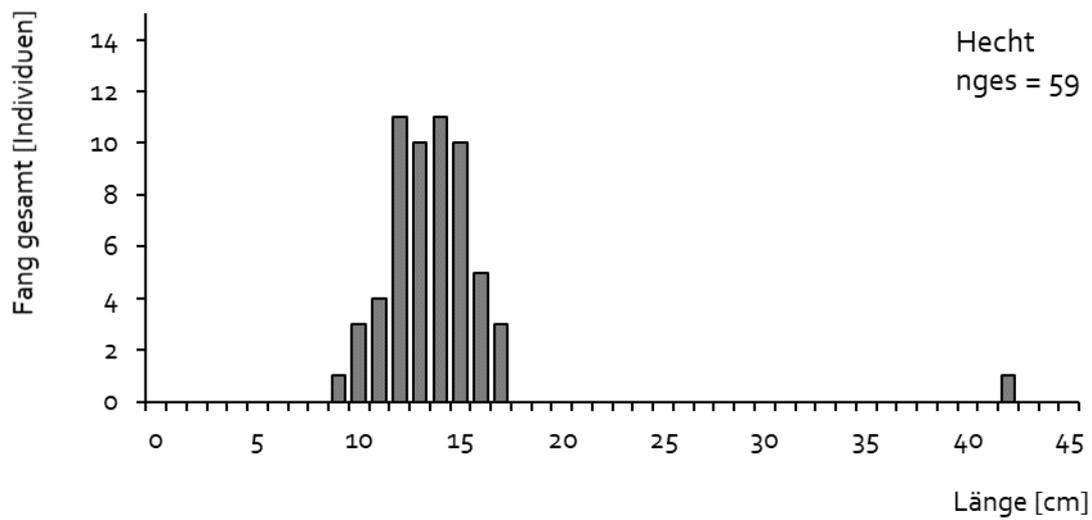


Abb. 12: Längen-Häufigkeitsverteilungen für Hechte in den Fängen am Selenter See Anfang Juli 2024. Datengrundlage wie Abb. 10.

**Plötze:** Anhand der Längen-Häufigkeitsverteilungen lassen sich mehrere Längengruppen der Plötzen unterscheiden (Abb. 13). Plötzen können sehr unterschiedlich schnell wachsen (Bauch 1970; Raczyński et al. 2008; Vilcinskas 1993; Vøllestad & L'Abée-Lund 1990) sodass eine längenbasierte Zuordnung von Altersstufen auf Basis der genannten Literatur bereits ab einem Alter von zwei Annuli nicht mehr möglich ist. Unter Berücksichtigung der Altersschätzung (Tab. 4) wurden die Längensklassen wie folgt den Altersstufen zugeordnet:

- < 5 cm: Die Gruppe mit den kleinsten Längen entspricht juvenilen Tieren ohne Annulus. Die Plötze laicht in den Monaten April und Mai (Bauch 1970; Scharf et al. 2011). Juvenile Tiere können bei sommerlichen Befischungen mit Elektrofischerei nachgewiesen werden, allerdings nicht quantitativ. In den Stellnetzen sind Plötzen dieser Längen nicht vertreten. Zudem ist die Artbestimmung juveniler Cypriniden im Feld ist schwierig.
- 13-14 cm: Plötzen mit 1 Annulus, die Längensklasse ist deutlich unterrepräsentiert
- 16-20 cm: Plötzen mit 2 Annuli
- 21-25 cm: In der Längen-Häufigkeitsverteilung ist hier nur eine Verteilungsspitze zu erkennen, die gemäß der Altersbestimmung jedoch aus Tieren mit 3-5 Annuli besteht
- 25-27 cm: die kleine Verteilungsspitze besteht nach Altersschätzung aus Tieren mit 5-6 Annuli

Bei den Elektrobefischungen wurden sehr hohe Aufkommen juveniler Cypriniden beobachtet, bei denen es sich überwiegend um Plötzen handelte. Die Plötzenpopulation weist ein hohes

Jungfischauftreten auf, im Fang sind die Tiere jedoch sehr deutlich unterrepräsentiert. Auffällig ist hingegen das weitgehende Fehlen von Plötzen mit einem Annulus, d. h. im zu erwartenden Längenbereich von 10-15 cm. Diese werden mit den Netzen in hohem Maße nachgewiesen und hätten bei einem unbeeinflussten Populationsaufbau die Individuenzahlen der folgenden Kohorten von 16-20 cm überschreiten müssen. Es gibt hier eine deutlich erkennbare größen- oder jahrgangsspezifische Mortalität. Bei den älteren Plötzen ab 2 Annuli sind wiederum keine Auffälligkeiten im Populationsaufbau erkennbar.

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 bis 4 cm werden daher als juvenil, angesprochen, alle Tiere ab 15 cm als adult und die beiden Tiere mit 13 und 14 cm behelfsweise aufgrund ihres Alters (1 Annulus) als präadult.

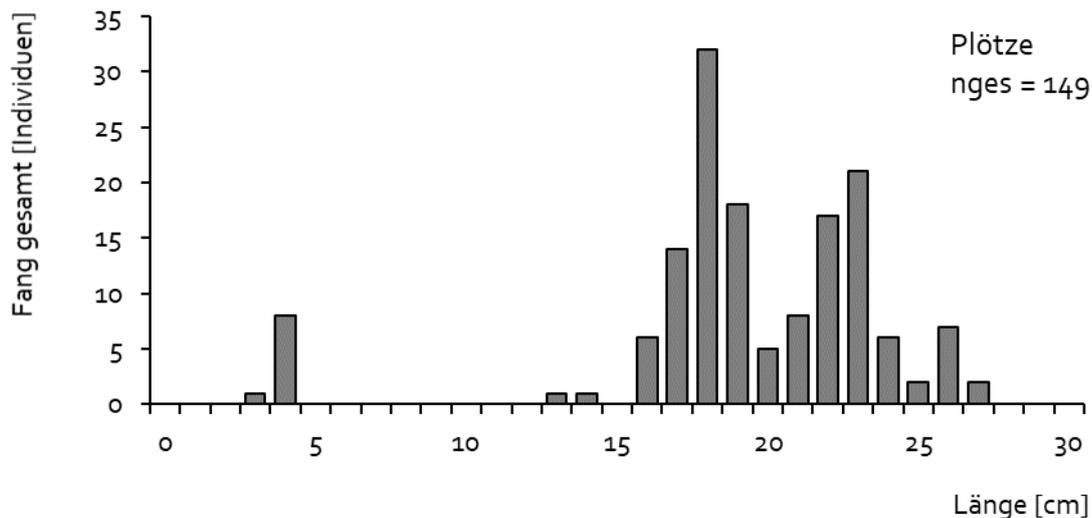


Abb. 13: Längen-Häufigkeitsverteilungen für Plötzen in den Fängen am Selenter See Anfang Juli 2024. Datengrundlage wie Abb. 10.

**Blei, Brassen:** Bei der Befischung des Selenter Sees wurden wenige Bleie nachgewiesen - von den 14 Tieren wurden 13 mit den großmaschigen Netzen nachgewiesen und waren auffällig groß (Abb. 14). Nur ein kleinerer Blei (10 cm) wurde gefangen, nach Literaturangaben dürfte das Tier einen Annulus gehabt haben. Bei den größeren Tieren lassen sich zwei Längengruppen erkennen 62/63 cm und 71-74 cm. Hierbei handelt es sich um kapitale Fische, Literaturangaben zum Alter so großer Bleie liegen nicht vor. Die Altersschätzung von zwei Schuppenproben ergab 11 Annuli für eine Tier von 63,5 cm Länge und 13-15 Annuli für eines mit 74 cm. Der Populationsaufbau der Bleie im Selenter ist deutlich gestört, es gibt hohe Anzahlen sehr großer Bleie, aber nahezu alle kleineren Altersklassen fehlen weitgehend. 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. Über die Reproduktion kann daher keine Aussage getroffen werden. Ähnliche Auffälligkeiten im Populationsaufbau mit sehr großen Tieren und dem Fehlen von kleineren Längengruppen wurden am Großen Plöner See beobachtet (Ritterbusch et al. 2022b). Bleie werden mit 20 cm geschlechtsreif (Bauch 1970; Schaarschmidt et al. 2005; Scharf et al. 2011). Demnach werden das kleine Tier mit 10 cm als präadult und die großen Bleie als adult angesprochen.

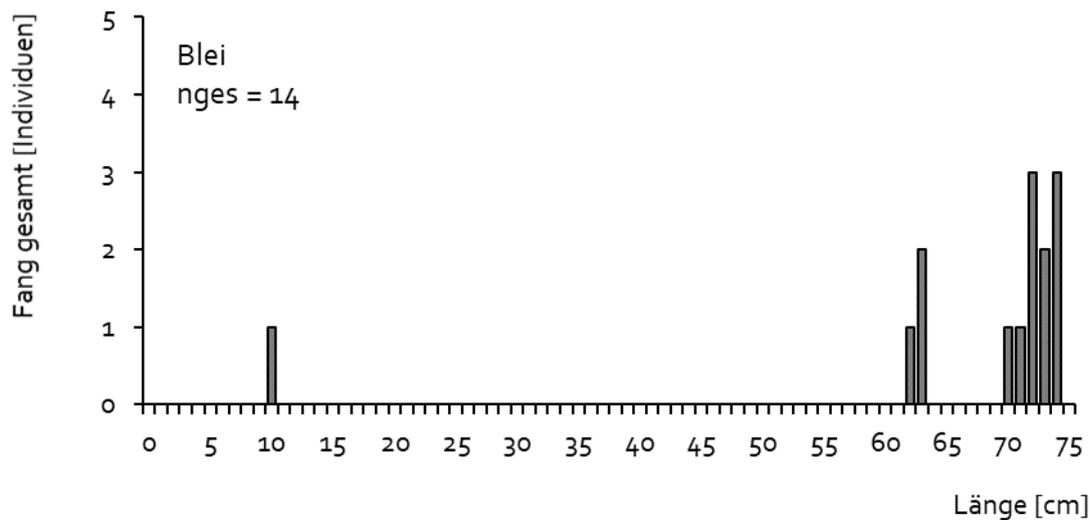


Abb. 14: Längen-Häufigkeitsverteilungen für Bleie in den Fängen am Selenter See Anfang Juli 2024. Datengrundlage wie Abb. 10.

**Quappe:** Im Vergleich zu bisherigen Befischungen wurden im Selenter See mit 46 Tieren viele Quappen nachgewiesen. Bis auf ein Tier erfolgten alle Nachweise bei der Elektrofischung und hier ausschließlich an unterspülten Wurzeln oder an Totholz, nicht aber in den ausgedehnten Schilfbeständen. Die Längen-Häufigkeitsverteilung zeigt Abb. 15. Es lässt sich eine Gruppe kleinerer Tiere mit Längen von 4-7 cm erkennen, bei denen es sich um juvenile Tiere handelt (Quappen sind Winterlaicher, sodass die Jungtiere des Jahres im Juli bereits eine entsprechende Größe erreicht haben). Das Längenwachstum der Quappe variiert außerordentlich (Becke 2012; Holzer et al. 2011; Kieckhäfer 1972; Koops 1960; Müller 1958, 1960). Bereits im ersten Lebensjahr (kein Annulus) können in natürlichen Gewässern 20 cm erreicht werden. Die Längen von Quappen, die unter gleichen Bedingungen in Becken aufgezogen wurden, zeigten am Ende des ersten Lebensjahres ein Längenspektrum von 9-23 cm (Stüeken 2012). Es wird vermutet, dass es für Quappen keine signifikante Korrelation von Alter und Länge gibt (Neufeld et al. 2011). Der Quappenbestand des Selenter Sees lässt sich als hoch beschreiben und es gibt eine Reproduktion. Quappen erreichen nach den o. g. Literaturangaben die Geschlechtsreife für Weibchen Ende des 2.-4. Lebensjahres, für Männchen Ende des 2.-3. Lebensjahres. Die kleinen Tiere bis 7 cm werden als juvenil charakterisiert. Für die größeren Tiere (12-25 cm) wird angenommen, dass es sich um Tiere mit überwiegend einem Annulus handelt, die später im Jahr das Litoral verlassen werden und in tiefere Bereiche abwandern. Zum Verhalten der Quappen in Seen und zur komplexen Abhängigkeit von Altersstufe der Tiere sowie von Tages- und Jahreszeit wird auf eine Literaturrecherche in Ritterbusch et al. (2018) verwiesen. Diese größeren Tiere werden pauschal als präadult angesprochen. Die Zuordnung erfolgt verhaltensbasiert auf dem Fangort Litoral, ohne dass genauere Kenntnis über Alter und Laichreife vorliegt.

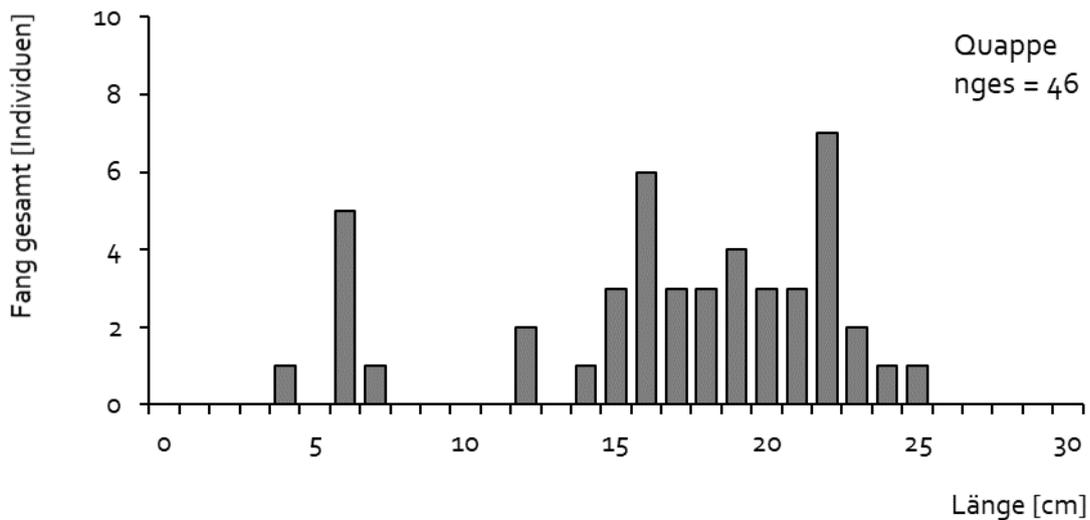


Abb. 15: Längen-Häufigkeitsverteilungen für Quappen in den Fängen am Selenter See Anfang Juli 2024. Datengrundlage wie Abb. 10.

**Steinbeißer und Zwergstichling:** Abb. 16 zeigt die Längen-Häufigkeitsverteilungen dieser beiden kleinen Fischarten. Beide Arten haben lange Laichzeiten oder laichen mehrfach im Jahr. Bei geringer Gesamtlänge sind Längenunterschiede daher nicht in Form von Kohorten erkennbar. Für beide Arten wurde ein Längenspektrum nachgewiesen, dass das Vorkommen mehrerer Alters- bzw. Entwicklungsstufen belegt. Beide Arten sind Sommerlaicher, womit Anfang Juli Jungfische nur ausnahmsweise nachgewiesen werden. Durch die schlechte Nachweisbarkeit juveniler Tiere kann nicht auf Reproduktionsdefizite geschlossen werden. Beide Arten zeigen keine Störung der Altersstruktur und haben eine gewässereigene Reproduktion.

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

**Zwergstichling:** 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.

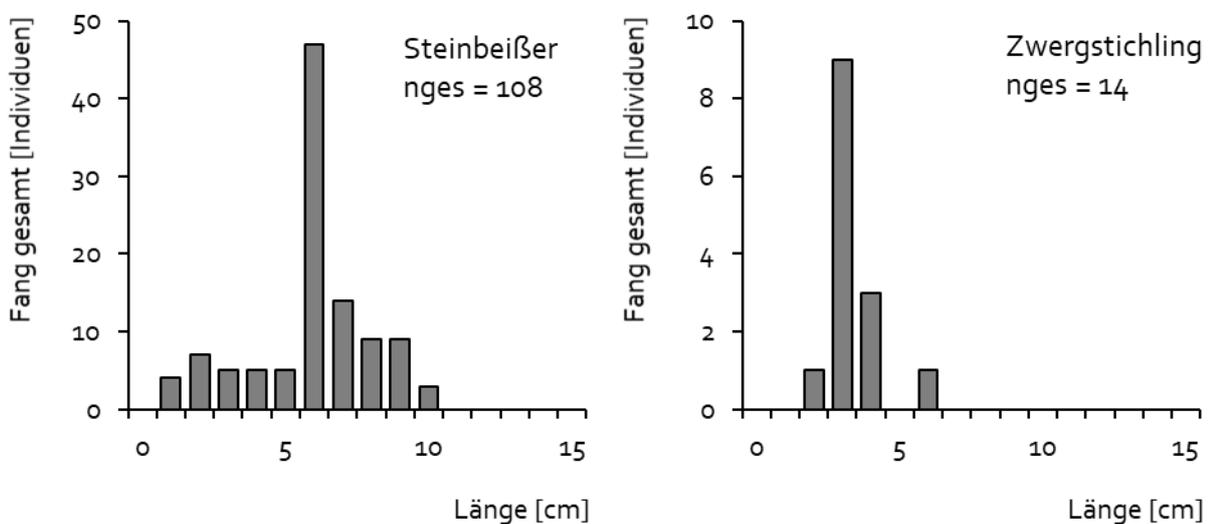


Abb. 16: Längen-Häufigkeitsverteilungen für Steinbeißer (links) und Zwergstichling in den Fängen am Selenter See Anfang Juli 2024. Datengrundlage wie Abb. 10.

**Kleine Maräne:** Die Längen-Häufigkeitsverteilung der Kleinen Maräne zeigt Abb. 17 (oben). Es gibt eine Kohorte mit Längen von 10-13 cm (und ein Einzeltier mit 16 cm Länge). Diese lassen sich anhand der Altersbestimmung (Tab. 4) und Prüfung an Literaturangaben (Anwand 1996; Bauch 1970; Kottelat & Freyhof 2007; Ritterbusch et al. 2017b; Scerbowski 1981; Steffens 1995; Wanke 2018) der Altersstufe ohne Annulus zuordnen. Die Kleine Maräne wurde im Selenter See im Frühjahr 2023 und 2024 besetzt. Es kann nicht zweifelsfrei festgestellt werden, ob die juvenilen Tiere im Fang aus gewässereigener Reproduktion oder aus Besatz stammen. Größere bzw. ältere Tiere wurden nicht nachgewiesen. Das Fehlen älterer Tiere im Fang spricht dafür, dass es kein natürliches Aufkommen der Kleinen Maräne im Gewässer gibt. Es wurde auch kein Tier aus dem Besatz von 2023 nachgewiesen. Alle Tiere werden als juvenil angesprochen.

**Großmaräne:** Es zeigt sich das gleiche Bild wie bei der Kleinen Maräne (Abb. 17, unten). Es gibt nur eine Kohorte juveniler Tiere. Es ist unklar, ob die Art aus Besatz im März 2024 oder aus eigener Reproduktion stammt. Ältere Tiere wurden nicht nachgewiesen, sodass keine Tiere aus früherem Besatz (2023) in den Fängen nachgewiesen wurden. Jedoch berichtet der Erwerbsfischer von seltenen, aber regelmäßigen Fängen größerer Großmaränen. Insgesamt lässt sich über den Zustand der Population nur die Aussage treffen, dass sie relativ gering ist.

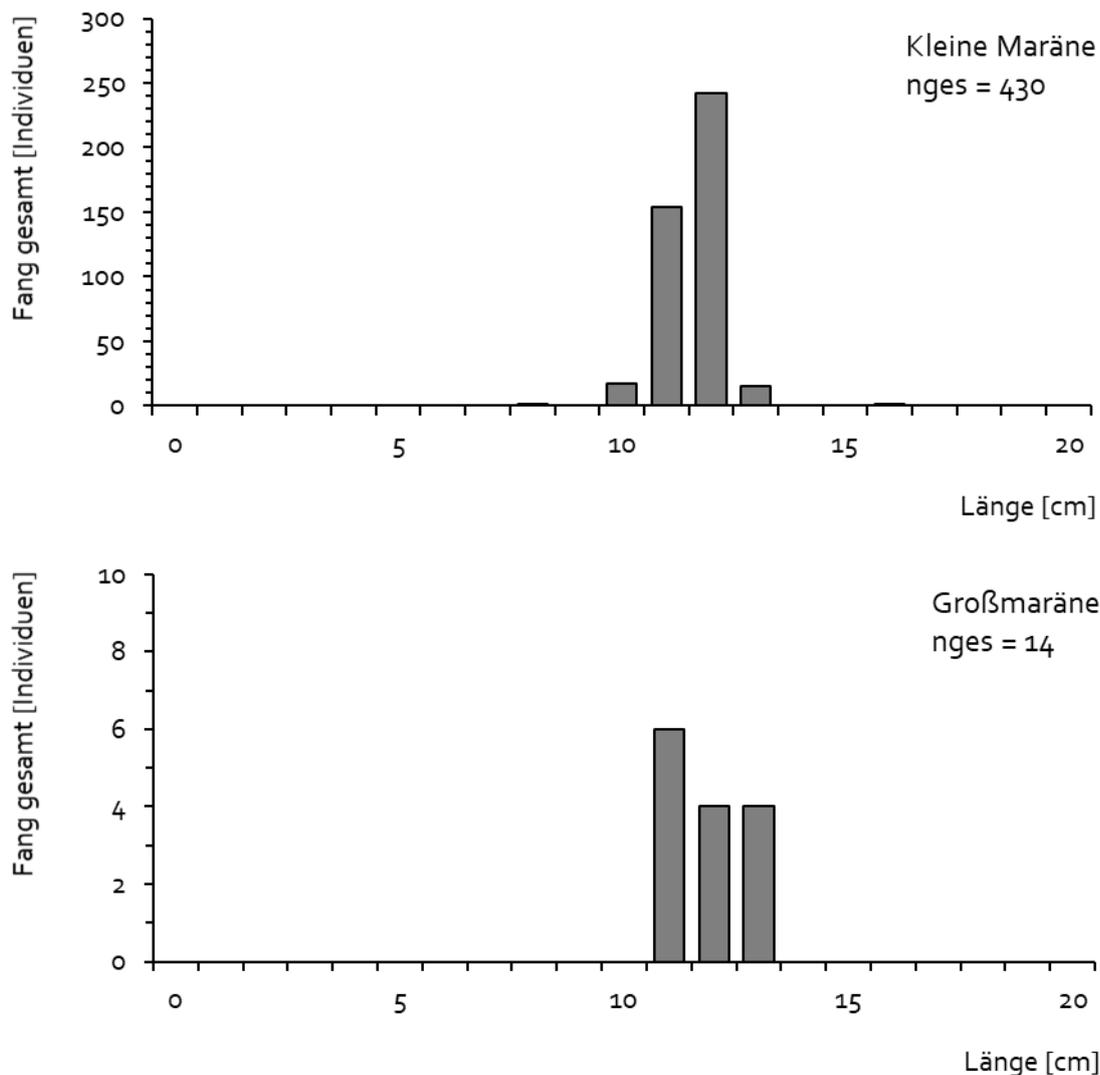


Abb. 17: Längen-Häufigkeitsverteilungen der Kleinen Maräne (oben) und der Großmaräne (unten) in den Fängen am Selenter See Anfang Juli 2024. Datengrundlage Fang in allen Methoden. nges ist der Stichprobenumfang.

### 4.3.3 Mortalitäten

**Kleine Maräne:** Es wurden ausschließlich juvenile Kleine Maränen gefangen, die vermutlich aus Besatz im Frühjahr des Fangjahres 2024 stammen. Eine Berechnung der Mortalität ist mit nur einem nachgewiesenen Jahrgang nicht möglich. Methodisch werden ältere bzw. größere Kleine Maränen in den pelagischen Netzen gut nachgewiesen. Es daher anzunehmen, dass die Kleinen Maränen aus dem Besatz des Vorjahres 2023 einer sehr hohen Mortalität von nahezu 100 % ausgesetzt waren. Sehr hohe Mortalitäten nahe 100 % sind bei der Kleinen Maräne nicht ungewöhnlich und wurden auch in anderen Seen Schleswig-Holsteins nachgewiesen (Tab. 16). Es kann allerdings auch nicht ausgeschlossen werden, dass die Kleinen Maränen des Vorjahres im Schwarm aggregiert waren und mit der einmaligen Befischung mit pelagischen Netzen nicht nachgewiesen wurden.

**Hecht:** Mit Ausnahme eines größeren Tieres wurden ausschließlich juvenile Hechte nachgewiesen. Eine Mortalität kann damit nicht berechnet werden. Größere Hechte sind in Elektrofischerei und in Multimaschen-Netzen auch deutlich unterrepräsentiert. Für den Hecht ist es daher nicht plausibel, aus den Daten auf eine hohe Mortalität im Selenter See zu schließen.

**Plötze:** Aufgrund der Kohortenverteilung lassen sich für die Plötze die Mortalitäten nur eingeschränkt berechnen. Juvenile Tiere ohne Annulus wurden aus methodischen Gründen nicht nachgewiesen. Tiere mit einem Annulus fehlten weitgehend, obwohl sie hätten nachgewiesen werden müssen. Tiere mit 2 oder mehr Annuli waren vorhanden, sodass für diese Altersstufen Mortalitäten berechnet werden können. Die vorgenommene Zuordnung von Längengrenzen für die Altersstufen zeigt Tab. 5. Dabei ist festzuhalten, dass die zur Berechnung festgelegten eindeutigen Längengrenzen in Wirklichkeit Überschneidungen aufweisen. Die Mortalität der Plötzen aus dem Vorjahr (1 Annulus, 10-15 cm, Mortalität 2023 zu 2024) lag nahe 100 %, es wurden fast keine Tiere nachgewiesen. Bei den älteren Tieren (Bereich 2 bis 7 Annuli) liegen die Mortalitäten in einem mittleren Bereich ( $A = 0,51$ )

**Barsch:** Für Barsche wurden die Altersstufen von 0-7 Annuli nachgewiesen. Die vorgenommene Zuordnung von Längengrenzen für die Altersstufen zeigt Tab. 5. Juvenile Fische sind anhand ihrer Länge eindeutig abgrenzbar. Nicht ganz eindeutig lassen sich die Altersklassen mit 1 und 2 Annuli (10-20 cm) sowie die Klassen mit  $\geq 3$  Annuli (20-30 cm, in der Altersanalyse 3 bis 7 Annuli) abgrenzen.

Die Mortalitäten der Barsche sind für die Übergänge von 0 zu 1 Annulus sowie von 1 zu 2 Annuli hoch. Bei älteren Tieren ist die Mortalität geringer. Eine Abnahme der Mortalität mit zunehmendem Alter entspricht den Erwartungen. Die Berechnung einer mittleren Mortalität über die Altersklassen 0-5 Annuli ergibt  $A = 0,63$ . Hohe Mortalitäten der jungen Altersklassen führen nicht dazu, dass wenig ältere Barsche im Selenter See vorhanden sind - insgesamt liegt die Mortalität im mittleren Bereich (Tab. 16).

Tab. 5: Mortalität der Jahrgänge von Plötze und Barsch auf Basis der Fänge in benthischen Netzen (Selenter See 2024). Angabe der zugeordneten altersspezifischen Maximallänge (Lmax), der gefangenen Individuenzahlen in den Fängen mit benthischen Netzen (Nges bent) sowie der jährlichen Mortalität als prozentualer Rückgang bezogen auf die vorhergehende Altersstufe. Nicht sinnvoll berechenbare oder negative Mortalitäten werden nicht angegeben.

<b>Art</b>	<b>Alter</b>	<b>L max</b>	<b>Nges bent</b>	<b>Mortalität (%)</b>
Plötze	0			
	1	14,2	2	
	2	20,8	78	
	3	22,8	33	58
	4	23,8	11	67
	5	25,9	7	36
	6	26,3	4	43
	7	27,4	2	50
Barsch	0	7,0	2634	
	1	14,7	430	84
	2	19,2	55	87
	3	22,3	19	65
	4	25,7	35	
	5	27,7	15	57
	≥ 6		14	

#### 4.4 Fischgemeinschaft: Arten, Einheitsfänge und Anteile

##### 4.4.1 Artenzahl und -inventar

Bei der Befischung des Selenter Sees im Juli 2024 durch das IfB wurden 13 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 Selenter Sees im Juli 2024 mit Angabe der Befischungsmethodik.

Art	Elektro- fischerei	Netze benthisch	Netze pelagisch	Netze Großmaschen
Aal	x			
Barsch		x	x	
Blei		x		x
Großmaräne		x		
Hecht	x	x		
Kaulbarsch		x		
Kleine Maräne		x	x	
Plötze	x	x		
Quappe	x	x		
Rotfeder	x	x		
Schleie	x			
Steinbeißer	x	x	x	
Zwergstichling	x			

#### 4.4.2 Elektrobefischungen

Bei einem Gesamtaufwand der Elektrofischerei von 10 befischten Abschnitten mit insgesamt 796 Dips auf einer Strecke von 3622 m wurden 197 Fische und 3 Kamberkrebse gefangen. Die Einheitsfänge lagen im unteren Bereich im Vergleich mit Befischungsergebnissen an anderen Seen in Schleswig-Holstein (Tab. 16, Anhang).

Die artspezifischen Individuenzahlen und Anteile zeigt Tab. 7. Die Fänge wurden sehr deutlich vom Steinbeißer dominiert, der etwa die Hälfte der Fänge ausmachte. Hohe Anteile haben zudem Hecht und Quappe, was zu einer insgesamt ungewöhnlichen Artenzusammensetzung führt (in der Regel dominieren Barsche und Cypriniden). Es wird an dieser Stelle erneut darauf hingewiesen, dass die sehr häufigen und in großen Schwärmen vorkommenden juvenilen Plötzen nicht repräsentativ gefangen wurden - sie wären sonst die mit Abstand häufigste artspezifische Entwicklungskategorie gewesen.

Tab. 7: Artspezifische Individuenzahlen für die litorale Elektrobefischung am Selenter See (alle Strecken, Juli 2024). Angabe der zahlenmäßigen Fänge für die Kategorien juvenil, präadult und adult sowie Gesamt-Individuenzahl absolut und anteilig.

Art	Juvenil	Präadult	Adult	Gesamt Art	Anteil Art (%)
Aal		7		7	3,6
Hecht	19		1	20	10,2
Plötze	9			9	4,6
Quappe	7	38		45	22,8
Rotfeder			1	1	0,5
Schleie	2			2	1,0
Steinbeißer	21		78	99	50,3
Zwergstichling			14	14	7,1
		<b>Summe Anzahl</b>		<b>197</b>	
		<b>Ef 1/100 Dips</b>		<b>24,8</b>	
		<b>Ef 1/100 m</b>		<b>5,4</b>	

#### 4.4.3 Stellnetzbefischungen benthisch

Bei der Befischung des Selenter Sees wurden 56 benthische Netze mit einer Netzfläche von zusammen 2520 m<sup>2</sup> gestellt. Die Fänge in den benthischen Netzen zeigt Tab. 8. Die Einheitsfänge lagen bezüglich der Anzahl und Masse eher in einem hohen Bereich von vergleichbaren Befischungsergebnissen an Seen in Schleswig-Holstein (Tab. 16, Anhang).

Die Fänge in benthischen Netzen werden bezüglich der Anzahlen sehr deutlich vom Barsch dominiert. Bezüglich der Biomasse haben Barsch, Plötze und Blei größere Anteile. Die Unterschiede kommen durch den hohen Anteil juveniler Barsche mit geringen Massen und die großen Stückmassen von Plötze und Blei zustande. Eine tabellarische Darstellung der artspezifischen Fänge unter Berücksichtigung der Tiefenzonen findet sich im Anhang (Tab. 14).

Tab. 8: Artspezifische Individuenzahlen (N, links) und Massen (W, rechts) für die benthisch gestellten Multimaschenstellnetze am Selenter See (Juli 2024). Angabe der Gesamtfänge für die Kategorien juvenil (Juv.), präadult (Präad) und Adult sowie Gesamtfang (Ges.) und Anteil der Art am Gesamtfang. Im unteren Teil der Tabelle werden die Einheitsfänge für den Gesamtfang angegeben.

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	2634	2	566	3202	90,5	4348	17	30626	34990	61,2
Blei		1	1	2	0,1		12	3820	3832	6,7
Großmaräne	14			14	0,4	186			186	0,3
Hecht	39			39	1,1	681			681	1,2
Kaulbarsch	7		117	124	3,5	8		1436	1443	2,5
Kleine Maräne	7			7	0,2	105			105	0,2
Plötze			140	140	4,0			15409	15409	27,0
Quappe		1		1	0,0		90		90	0,2
Rotfeder			2	2	0,1			385	385	0,7
Steinbeißer			8	8	0,2			24	24	0,0
<b>Summe</b>				3539					57146	
<b>EF (1/100 m<sup>2</sup>)</b>				<b>140</b>					<b>2268</b>	

#### 4.4.4 Stellnetzbefischungen pelagisch

Bei der Befischung des Großen Plöner Sees wurden 4 pelagische Netze mit einer Netzfläche von zusammen 660 m<sup>2</sup> gestellt. Die Fänge in den pelagischen Netzen zeigt Tab. 9. Die Einheitsfänge hatten mit Abstand den höchsten Wert für vergleichbare Befischungsergebnisse an Seen in Schleswig-Holstein (Tab. 16, Anhang).

Die Fänge in den pelagischen bestanden ausschließlich aus juvenilen Barschen und Kleinen Maränen (der einzelne Steinbeißer wird nachfolgend als nicht relevanter Zufallsbefund betrachtet). Durch die artspezifischen Größenunterschiede dominieren die Barsche zahlenmäßig, die Kleinen Maränen jedoch die Biomasse. Eine tabellarische Darstellung der artspezifischen Fänge unter Berücksichtigung der Tiefenzonen findet sich im Anhang (Tab. 15).

Tab. 9: Artspezifische Individuenzahlen (N, links) und Massen (W, rechts) für die pelagisch gestellten Multimaschenstellnetze am Selenter See (Juli 2024). Angabe der Gesamtfänge für die Kategorien juvenil (Juv.), präadult (Präad) und Adult sowie Gesamtfang (Ges.) und Anteil der Art am Gesamtfang. Im unteren Teil der Tabelle werden die Einheitsfänge für den Gesamtfang angegeben.

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	985			985	69,9	1575			1575	23,7
Kleine Maräne	423			423	30,0	5078			5078	76,3
Steinbeißer			1	1	0,1			3	3	0,0
<b>Summe</b>				<b>1409</b>					<b>6656</b>	
<b>EF (1/100 m<sup>2</sup>)</b>				<b>213</b>					<b>1008</b>	

#### 4.4.5 Stellnetzbefischungen mit großmaschigen Netzen

Bei der Befischung des Selenter Sees wurden 12 großmaschige Netze mit einer Netzfläche von zusammen 900 m<sup>2</sup> gestellt. Es wurden 12 große bis sehr große Bleie gefangen. Die entsprechenden Einheitsfänge zeigt Tab. 10. Die Vorgehensweise mit gesondert gestellten großmaschigen Netzen wurde hier zum zweiten Mal für Seen in Schleswig-Holstein angewandt. Es liegen daher ausschließlich Vergleichswerte für die Befischung des Großen Plöner Sees vor (Tab. 16, Anhang). Nach Einschätzung der Bearbeiter sind die Einheitsfänge in den großmaschigen Netzen bezüglich Anzahl und Biomasse der insgesamt gefangenen Fische als hoch einzuschätzen - sie waren im Vergleich zu den Fängen am Großen Plöner See dreifach höher.

Tab. 10: Individuenzahlen N und Massen W für großmaschige Grundstellnetze bei der Befischung des Selenter Sees im Juli 2024. Links absolute Gesamtfänge Ges, rechts Einheitsfänge EF. Gefangen wurden ausschließlich adulte Bleie.

<b>Maschenweite</b>	<b>N Netze</b>	<b>Ges. N Blei</b>	<b>Ges. W (g) Blei</b>	<b>EF N Ind/100m<sup>2</sup></b>	<b>EF W g/100m<sup>2</sup></b>
70 mm	3	2	7160	0,89	3,182
90 mm	3	2	9700	0,89	4,311
110 mm	3	4	22820	1,78	10,142
130 mm	3	4	21500	1,78	9,556
<b>Großmaschen</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>61180</b>	<b>1,33</b>	<b>6,798</b>

#### 4.4.6 Tiefenzonierung Multimaschen-Stellnetze

Die tiefenabhängigen Einheitsfänge der benthischen Netze sind oberflächennah hoch, erreichen im Bereich 6-9 m ein Maximum und werden dann geringer. Ab 15 m Tiefe, d. h. im unteren Bereich der Sprungschicht, sind sie bezüglich Anzahl und Biomasse gering. Die Einheitsfänge der pelagischen Netze sind oberflächennah gering. Sie erreichen ein Maximum im Bereich 12-18 m.

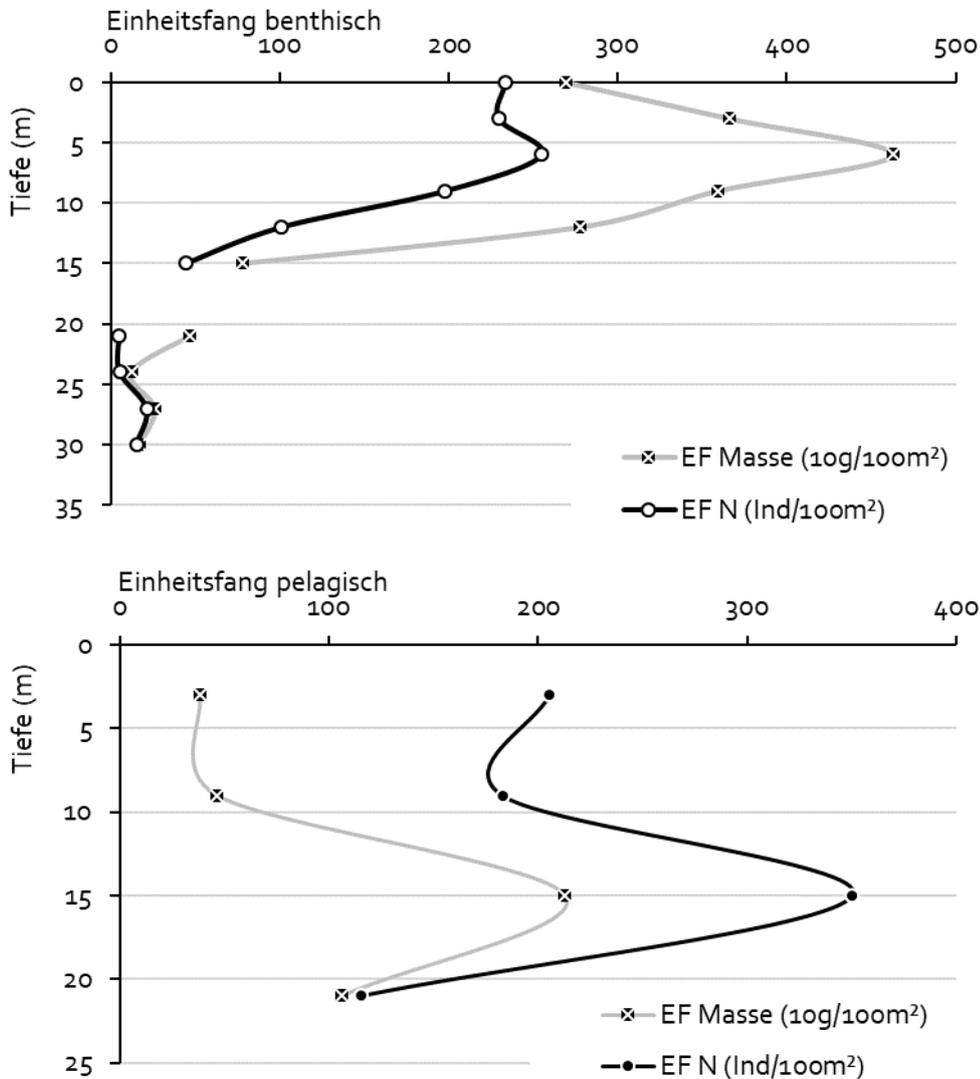


Abb. 18: Tiefenabhängigkeit der Einheitsfänge für benthische (oben) und pelagische (unten) Netze. Die Tiefe für benthische Netze ist als oberer Wert von 3m-Tiefenzonen angegeben, für pelagische Netze als Mitte der jeweils abgedeckten 6m-Tiefenbereich. Der Einheitsfang Masse wird mit 10 g/ 100m<sup>2</sup> angegeben, um die Werte der X-Achse vergleichbar zu machen (im Text mit g/100m<sup>2</sup>).

#### 4.5 Fischbasierte Gewässerzustandsbewertung nach DeLFI

Eine frühere Plausibilitätsprüfung des **Site-Moduls des DeLFI** wurde von Neumann (2011) durchgeführt. Der von Neumann (2011) für den Selenter See ermittelte Referenzzustand der Fischgemeinschaft (Arteninventar und semiquantitative Häufigkeitsangaben) ist auch Grundlage der vorliegenden Prüfung anhand des SITE-Moduls.

Allerdings wurden Änderungen der Referenz-Fischgemeinschaft erforderlich. Einige Angaben von Neumann (2011), Staas et al. (2007) und Böttger (2006) ähneln sich und scheinen aufeinander zu beruhen. Neumann & Bisler (2002) hingegen geben teilweise andere Häufigkeiten an, wobei hier die Angaben plausibler sind und konkret auf die Herkunft der Angaben verwiesen wird. Sie stimmen auch besser mit den Erfahrungen vor Ort und mit den Angaben des Erwerbsfischers überein. Daher werden folgende Angaben von Neumann (2011) modifiziert:

- Güster: Nach Neumann & Bisler (2002) ab 1950 nachgewiesen, aber immer selten und keine historische Erwähnung der Art. Die Referenz-Häufigkeit wird daher auf 0 gesetzt.
- Stint: Nach Borne 1882 in Neumann & Bisler (2002) „Der Stint war früher sehr häufig, ist aber ganz ausgestorben. Welche Ursache das Verschwinden des Binnenstintes aus dem Selenter See hatte ist nicht bekannt.“ Eine bereits vor über 140 Jahre im Gewässer ausgestorbene Art kann nicht zur Bewertung des aktuellen Zustandes herangezogen werden. Auch dem Erwerbsfischer sind weder aktuelle noch historische Vorkommen des Stintes im Selenter See bekannt, weder aus eigener Erfahrung noch aus Berichten, beispielsweise früherer Bewirtschafter.
- Moderlieschen: Für historische Vorkommen wird die Art nicht erwähnt in Neumann & Bisler (2002), aktuell gab es keinen Nachweis bei der Befischung. Der Erwerbsfischer war unsicher, da seine Fangmethoden ungeeignet zum Nachweis der Art sind.
- Bachforelle: In der Referenz 1 nach Neumann (2011) aber 0 nach Neumann & Bisler (2002), Bachforellen sind in See-Referenz nur in Sonderfällen plausibel. Die Referenz-Häufigkeit wird auf 0 gesetzt. Durch den Erwerbsfischer wird die Art aktuell nicht in Befischung nachgewiesen und wurde auch über längere Zeiträume nicht gefunden.

Eine Übersicht der Arten des Referenzzustandes der Fischgemeinschaft liefert Tab. 11. Die artspezifischen Häufigkeiten in der Klassifizierung des DeLFI-Site sind in der Spalte „Spalte Referenz 24 (mod)“ angegeben. Die entsprechenden aktuellen Häufigkeiten finden sich in der Spalte „Bestand 24“, Grundlage sind die Ergebnisse der Befischung in Kombination mit einer Befragung des Erwerbsfischers. Die Angaben werden in eine Excel-Vorlage zur Berechnung und Bewertung eingetragen. Die ausgefüllte Excel-Vorlage für die SITE-Bewertung ist dem Bericht beigelegt und im Anhang abgebildet (Abb. 20, Abb. 21).

Die ökologische Zustandsbewertung mit dem **Site-Modul** des DeLFI auf Basis der Fänge 2024 ergibt einen EQR-Wert von **0,94 - sehr gut**.

Schwierig ist die aktuelle Häufigkeitseinschätzung der Kleinen Maränen von 3 zu bewerten. Bei der wissenschaftlichen Befischung wurden keine Tiere des Vorjahres oder älter nachgewiesen. Diesjährige Tiere aus natürlicher Reproduktion und aus Besatz können nicht unterschieden werden. Gibt man im DeLFI-Verfahren an, dass die Kleine Maräne im Selenter See nicht reproduziert, so wird die Art als fehlend bewertet und der Status reduziert sich auf mäßig. Die Kleine Maräne ist eine Leitart, hat ein spezielles Habitat und eine besondere Reproduktion. Ihr Fehlen setzt alle Metrics des DeLFI-Site deutlich herab. Nach Aussagen des Erwerbsfischers gab es immer einen guten und reproduzierenden Bestand der Kleinen Maräne im Selenter See. Dieser wurde jedoch durch frühere fischereiliche Fehlbewirtschaftung an die Nachweisgrenze gebracht und soll aktuell durch Besatz gestützt und wieder aufgebaut werden (Erstbesatz im Vorjahr 2023).

Es ist nicht zu erwarten, dass eine einmalige Besatzmaßnahme einen Populationsaufbau in naturnaher Längenvielfalt nach sich zieht. Vorläufig wird davon ausgegangen, dass es sich um ein temporäres Phänomen handelt, und sich in den nächsten Jahren ein reproduzierender Bestand der Kleinen Maränen in gewässerspezifischer Häufigkeit ausbilden wird. Sollte das nicht der Fall sein, muss geprüft werden, ob der fehlende Bestandsaufbau anthropogen (z. B. eutrophierungsbedingter Sauerstoffmangel in Tiefenbereichen) oder eher natürlichen Ursprungs ist (z. B. zu hohe Prädatordichte).

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. Die ausgefüllten Excel-Vorlage ist ebenfalls dem Bericht beigefügt und im Anhang abgebildet (Abb. 22, Abb. 23).

Die ökologische Zustandsbewertung mit dem **Type-Modul** des DeLFI auf Basis der Fänge 2024 ergibt einen EQR-Wert von **0,93 - gut**.

Das Type-Modul beruht auf Fängen mit benthischen Netzen. Die Reproduktion der Kleine Maräne spielt hier keine Rolle für das Bewertungsergebnis.

Tab. 11: Datengrundlage der ökologischen Zustandsbewertung des Selenter Sees mit dem SITE-Modul des DeLFI. Referenz 11 und Bestand 11 nach Neumann (2011). Referenz 24 und Bestand 24 ist die aktuelle Bewertungsgrundlage auf Basis der Befischungskampagne sowie der Informationen durch die Erwerbsfischerei. Bemerkungen: Fischer: pers. Mitteilung der Erwerbsfischerei 2024 (Abschnitt 4.2), 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	Referenz 24 (mod)	Bestand 24	Methode(n) mit höchster Nachweisklasse 2024 und Bemerkungen
Blei	2	2	2	1	bentN
Ukelei	0	0	0	0	kein Nachweis bei Befischung
Güster	1	1	0	0	kein Nachweis bei Befischung, keine historische Erwähnung der Art
Steinbeißer	1	3	1	3	litoE
Kl. Maräne	3	3	3	3	pelaN, Bestand 24 wahrscheinlich aus Besatz, Reproduktion nicht nachprüfbar
Hecht	2	3	2	3	litoE, sehr hohe Bestände nach Fischer
Kaulbarsch	2	1	2	2	bentN
Quappe	2	1	2	3	litoE
Stint	2	1	0	0	kein Nachweis bei Befischung, nach Fischer nie im See gewesen
Barsch	3	3	3	3	bentN, pelaN
Bitterling	0	0	0	0	kein Nachweis bei Befischung
Plötze	3	3	3	2	litoE, bentN
Rotfeder	2	3	2	1	litoE, bentN
Schleie	1	3	1	2	litoE
Aal	0	0	0	2	litoE, besatzabhängig, nicht bewertungsrelevant
Großmaräne	0	2	1	1	historisch belegt, aktuell besetzt (Fischer), nicht bewertbar
Zwergstichling	0	1	1	3	historisch belegt, litoE
Dreis. Stichling	1	1	1	1	nach Fischer aktuell selten, aber vorhanden
Karpfen	0	1	0	0	kein Nachweis bei Befischung
Moderlieschen	1	1	0	0	Historisch nicht erwähnt in Neumann & Bisler (2002), kein Nachweis bei Befischung
Bachforelle	1	1	0	0	fehlt nach Neumann & Bisler (2002), kaum als Referenzart geeignet, fehlt nach Fischer
Aland	0	1	0	0	kein Nachweis bei Befischung
Giebel	0	1	0	0	kein Nachweis bei Befischung
Gründling	1	0	1	1	kein Nachweis bei Befischung, vereinzelt nach Fischer
Karause	1	1	1	1	kein Nachweis bei Befischung, sehr vereinzelt nach Fischer
Zander	0	1	0	0	Vereinzelt durch Fischer nach Böttger (2006) und Neumann (2011), aber fehlt aktuell (Fischer)

## 5 Diskussion

### 5.1 Rahmenbedingungen

Der Selenter See ist sehr groß, nährstoffarm, weitgehend unverbaut und wird nur in geringem Umfang für Erholungszwecke genutzt. Die Intensität der anthropogenen Belastung des Sees kann mit dem europäischen Belastungsindex TAPI<sup>1</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. 2017a):

- Der Chl.-a Gehalt ist kleiner als 10 µg/l
- Die epilimnische Gesamtphosphorkonzentration (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, Berufsschiffahrt oder Tauchsport sind gering ausgeprägt).

Alle diese Richtwerte werden im Selenter See eingehalten oder deutlich unterschritten; die Intensität der anthropogenen Belastungen ist gering. Negative Auswirkungen auf den Fischbestand lassen sich nicht erwarten.

Der Selenter See ist sehr gut biologisch-ökologisch untersucht. Hintergrund sind Bewertungen biologischer Qualitätselemente nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. Dadurch liegen seit 2009 in dreijährigem Abstand Untersuchungen von Phytoplankton, Zooplankton und Makrophyten vor, zudem gibt es mehrfache Untersuchungen des Makrozoobenthos<sup>1</sup>. Die Ergebnisse werden in Abschnitt 2.3 zusammengefasst. Die geringe Belastungsintensität spiegelt sich in den Bewertungsergebnissen der genannten Qualitätselemente wider, sie zeigen aktuell einen sehr guten bis guten ökologischen Zustand an.

Zum Zeitpunkt der Befischung durch das IfB war der Selenter See thermisch geschichtet mit einer Temperaturabnahme unterhalb von 10 m Tiefe. Die Abnahme war langsam, gleichmäßig und erstreckte sich bis in Tiefen von 24 m, sodass eigentlich nicht von einer Sprungschicht gesprochen werden kann. Es wurden minimale Sauerstoffkonzentrationen von 7 mg/l gemessen, d. h. es werden für Fische weder letale noch einschränkende Grenzwerte unterschritten (Amlacher 1986; Baur & Rapp 2003; Czerny 1961; Schäperclaus 1979; Schreckenbach 2002). Der ganze Wasserkörper einschließlich der tieferen hypolimnischen und der bodennahen Bereiche ist für Fische nutzbar.

---

<sup>1</sup> total anthropogenic pressure index

## 5.2 Fischbestand

### 5.2.1 Artenzahl

Bei der Befischung des Selenter Sees durch das IfB wurden 13 Fischarten nachgewiesen. Unter Berücksichtigung der Angaben der Erwerbfischerei ist davon auszugehen, dass aktuell 16 Fischarten im See vorkommen (Tab. 11). In Anbetracht des hohen Befischungsaufwandes ist die nachgewiesene Artenzahl eher niedrig. Der Selenter See ist nährstoffarm, nicht von einem größeren Fließgewässer durchflossen, bezüglich der Habitatvielfalt eher einheitlich und es fehlen anthropogene Strukturen wie Steinschüttungen oder Marinas. Damit entspricht die eher geringe Artenzahl den natürlichen Rahmenbedingungen.

### 5.2.2 Elektrofischerei

Die geringe Habitat- und Strukturvielfalt spiegelt sich in den Fängen der Elektrofischerei. In den lichten Röhrichten über sandig-steinigem Grund wurde wenig Fisch, darunter wenig adulte Fische gefangen. Diese im See fast das ganze Ufer bedeckende Struktur wird nur in geringem Maß von Fischen genutzt. Lediglich Steinbeißer waren auf Sandflächen häufig und stellten die zahlenmäßig dominante Fischart in den Fängen dar. An wenigen Stellen konnten unterspülte Wurzeln direkt am Ufer befischt werden. In diesen Strukturen wurden Aal, Hecht und Quappe nachgewiesen. Bei sehr klarem Wasser gab es auch kaum Sichtnachweise größerer Fische, die möglicherweise vor dem Befischungsboot wegschwimmen. Sehr häufig zu beobachten waren hingegen Schwärme juveniler Cypriniden, die bei einer stichprobenartigen Bestimmung als Plötzen identifiziert wurden. Es ist anzunehmen, dass nicht die Röhrichte, sondern die ausgedehnten Bestände submerser Makrophyten das wichtigste Habitat für Fische im Selenter See darstellen.

### 5.2.3 Benthische Netze

Die Fänge mit benthischen Netzen lassen sich zahlenmäßig als hoch und biomassemäßig als mittel einschätzen (Vergleichswerte in Tab. 16). Die niedrige Trophie und die dementsprechend geringen Nahrungsgrundlagen bei Plankton und Benthos schlagen sich nicht in geringen Fängen nieder. Die Fänge wurden zahlenmäßig ganz deutlich von Barschen dominiert, und dabei wiederum von juvenilen Tieren. Bei der Biomasse hatten neben dem Barsch noch Plötzen und Bleie nennenswerte Anteile, von denen relativ wenige, aber große und schwere Exemplare gefangen wurden.

Tab. 12 stellt die Artenzusammensetzung in den benthischen Netzen im Selenter See den Gegebenheiten in charakteristischen Fischgemeinschaften von vergleichbaren und weitgehend unbeeinflussten Seen Norddeutschlands gegenüber (Ritterbusch et al. (2014), Seetyp TIEF). Für die spätere Diskussion ist auch der große Plöner See dargestellt. Für den Selenter See zeigt sich eine ganz außergewöhnlich hohe Dominanz des Barsches in den Fängen. Die in den Vergleichsgewässern zweithäufigste Fischart Plötze hingegen ist zahlenmäßig im Selenter See deutlich unterrepräsentiert, aufgrund der Fänge großer Tiere jedoch biomassemäßig ähnlich. Ähnliches gilt für den Blei mit ebenfalls geringen Zahlenanteilen und hohen Masseanteilen. Weitere Cypriniden wie Güster, Rotfeder oder Schleie sind unterrepräsentiert. Am Selenter See ist eine Oligotrophierung zu beobachten. Seit dem Jahr 2009 hat der Gesamtphosphorgehalt abgenommen und liegt aktuell bei 10-15 µg/l (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, 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.

Ähnliche Beobachtungen wurden in Schleswig-Holstein am Großen Plöner See, Schluensee, Suhrer See, Wittensee und für die Ukelei auch am Ratzeburger See gemacht (Ritterbusch et al. 2017b, 2019, 2020, 2021, 2022b). Das Zahlen- und Masseverhältnisse von Barsch zu anderen Cypriniden, speziell Plötze, Blei und Rotfeder waren im Vergleich zu den Werten in Ritterbusch et al. (2014) deutlich zugunsten des Barsches verschoben. Die Bezugs-Artenszusammensetzung in unbeeinflussten Seen wurde mit Daten aus den Jahren 2002-2004 erstellt. Die damals zu beobachtenden Gegebenheiten treffen aktuell offenbar nicht mehr zu, zumindest nicht für Schleswig-Holstein. Die meisten der in jüngerer Zeit untersuchten Seen in Schleswig-Holstein wiesen ebenfalls eher geringe Belastungsintensitäten auf, zeigen jedoch deutlich abweichende Fischgemeinschaften. Es hat somit in den letzten Jahrzehnten eine biozönotische Verschiebung der benthischen Fischgemeinschaften zu höheren Anteilen des Barsches gegeben. Mögliche Ursachen sind allgemeine Oligotrophierung, Zunahme der Makrophyten, Prädation durch Kormorane mit Entnahme von Cypriniden und evtl. Einflüsse der Quagga-Muschel. Eine detaillierte Analyse potenzieller Zusammenhänge ist nicht Zielsetzung des vorliegenden Projektberichtes.

Tab. 12: Artspezifische Anteile der Anzahl (%N) und der Biomasse (%B) in benthischen Netzen für weitgehend unbeeinflusste Seen des Typs TIEF in Norddeutschland (TIEF - links), für den Selenter See (mittig) und für den Großen Plöner See (GPLöner, rechts).

Art	TIEF		Selenter 24		GPLöner 22	
	%N	%B	%N	%B	%N	%B
Barsch	42,6	35,1	90,5	61,2	50,0	53,3
Plötze	33,2	26,6	4,0	27,0	0,4	2,7
Kleine Maräne	8,6	5,6	0,2	0,2	0,6	4,7
Kaulbarsch	6,7	1,8	3,5	2,5	18,5	30,4
Ukelei	3,7	1,1				
Rotfeder	1,8	7,8	0,1	0,7		
Hecht	0,6	7,6	1,1	1,2	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	6,7	0,1	0,1
Stint	1,2	0,2			0,1	0,0
Großmaräne	0,1	2,5	0,4	0,3		
Quappe	0,1	0,9	0	0,2	0,1	2,5

#### 5.2.4 Pelagische Netze

Mit den pelagisch gestellten Netzen wurden nur Barsche und Kleine Maränen gefangen und dabei ausschließlich juvenile Tiere (ein Steinbeißer wird als Irrläufer betrachtet). Diese Zusammensetzung ist ungewöhnlich. Es wären weitere Arten und zumindest einige adulte Tiere zu erwarten gewesen. Die Einheitsfänge sind zahlenmäßig sehr hoch (Tab. 16). Sie sind so hoch,

dass auch die Biomasse sehr hoch ist, obwohl ausschließlich juvenile und damit kleine Fische gefangen wurden. Trotz der niedrigen Trophie des Selenter Sees und des niedrigen Zooplanktonaufkommens wurden hohe Aufkommen pelagischer Fische nachgewiesen. Mit den pelagischen Netzen wurden ausschließlich juvenile Tiere gefangen, die aus dem Frühjahr 2024 stammen. Die Kleine Maräne wurde 2023 und 2024 besetzt, jeweils im Frühjahr. Ob die Fänge aus Besatz oder gewässereigener Reproduktion stammen, ist unklar.

### **5.2.5 Tiefenzonierung**

Die Tiefenverteilung der Einheitsfänge ergibt sich aus den unterschiedlichen Temperaturpräferenzen von Barschen und Kleinen Maränen im Zusammenhang mit dem Temperaturprofil. In den pelagischen Bereichen besiedeln Barsche die oberen warmen bis mittleren kühlen Gewässerschichten. Die Kleine Maräne hingegen präferiert kaltes Wasser und ist überwiegend unterhalb der Sprungschicht nachzuweisen. In einem mittleren Tiefenbereich kommen beide Arten vor (Tab. 15), die Einheitsfänge erreichen ihr Maximum.

### **5.2.6 Wachstum**

Für vier Arten wurden Altersbestimmungen durchgeführt und das Wachstum eingeschätzt:

- Plötze: es wurden zahlreiche Altersstufen untersucht, das Wachstum dieser zooplanktivoren-benthivoren Fischart war sehr gut
- Barsch: es wurden zahlreiche Altersstufen untersucht, das Wachstum war sehr gut. Der Barsch hat einen ontogenetischen Nahrungswechsel und nutzt alters- bzw. längenabhängig unterschiedliche Nahrungsquellen (planktivor → benthivor → piscivor)
- Hecht: es wurden nur juvenile Tiere untersucht, das Wachstum der piscivoren Fischart war gut
- Kleine Maräne: es wurden nur juvenile Tiere untersucht, das Wachstum der rein pelagischen und zooplanktivoren Fischart war durchschnittlich

Bei einmaliger Datenaufnahme scheinen im Selenter See überwiegend gute Nahrungsgrundlagen für Fischarten vorzuliegen, die in unterschiedlichen Habitaten unterschiedliche Nahrungspräferenzen haben. Lediglich die rein pelagisch-zooplanktivore Kleine Maräne wies ein durchschnittliches Wachstum auf, was in Zusammenhang mit der geringen Trophie und dem geringen Zooplanktonaufkommen steht (vergl. Abschnitte 2.2 und 2.3).

### **5.2.7 Längen-Häufigkeiten, Reproduktion**

Anhand von Längen-Häufigkeitsverteilungen wurden alle nachgewiesenen Fischarten bezüglich Auffälligkeiten im Populationsaufbau, Effekten einer potenziellen grössenselektiven Prädation oder Reproduktionsdefiziten geprüft. Für Barsch, Kaulbarsch und Quappe konnten bei größeren Nachweiszahlen anhand der Längen-Häufigkeitsverteilungen keine Auffälligkeiten festgestellt werden. Für weitere Fischarten konnten keine Auffälligkeiten festgestellt werden, weil a) die Nachweise insgesamt artbedingt sehr gering waren (Aal, Schleie), b) die Fänge von Juvenilen bzw. Adulten methodenbedingt gering waren (Hecht) oder c) die Art klein ist und mehrfach im Jahr reproduziert, wodurch eventuelle Reproduktionsausfälle nicht erkannt werden würden (Steinbeißer, Zwergstichling).

Für weitere Arten waren Auffälligkeiten im Populationsaufbau erkennbar. Hierzu gehören Blei und Rotfeder. Bei beiden Arten fehlten zahlreiche jüngere Jahrgänge und das insgesamt geringe Aufkommen war durch wenige, aber sehr große Tiere geprägt. Bei der Plötze fehlte der Jahrgang von 2023 (1 Annulus), bei den älteren Tieren waren aber keine Auffälligkeiten erkennbar. Die Kleine Maräne und die Großmaräne werden seit 2023 durch Besatz gestützt. Für beide Arten

wurde lediglich ein Jahrgang von 2024 nachgewiesen. Eine naturgemäßer Populationsaufbau mit abnehmenden Häufigkeiten von Tieren über mehrere Jahrgänge ist im Selenter See nicht gegeben. Eine natürliche Reproduktion mit einer dem Gewässer entsprechenden Populationsdichte findet nicht statt.

### **5.2.8 Mortalitäten**

Die Mortalität der Kleinen Maräne vom ersten Lebensjahr (0 Annulus) zum zweiten (1 Annulus) betrug 100 %. Da juvenile Tiere nachgewiesen wurden, einjährige jedoch nicht, ist diese Mortalität möglicherweise am Ende des ersten Lebensjahres zu verorten. Hier wäre dann eine herbstliche Prädation durch ziehende Kormorane eine potenzielle, zeitlich passende Ursache. Auch für Hechte ist die Freiwasserjagd auf pelagische Fische beschrieben.

Auch bei Barschen zeigten sich sehr hohe Mortalitäten der Jahrgänge ohne und mit einem Annulus. Es gab jedoch keine Bestandsdefizite - positiv formuliert entspricht die hohe Mortalität einem ungewöhnlich hohen Aufkommen von Juvenilen und Präadulten. Die Mortalität der älteren Jahrgänge war durchschnittlich. Ähnlich waren die Beobachtungen bei der Plötze, hier fehlte der Jahrgang mit 1 Annulus, bei älteren Tieren war die Mortalität durchschnittlich. Für den Hecht konnten keine Mortalitäten berechnet werden, da bis auf ein Tier nur Juvenile gefangen wurden. Es ist zu beachten, dass die hier dargestellten Mortalitäten eine einmalige Aufnahme darstellen, aus der sich nur begrenzt Folgerungen ableiten lassen. Wenn beispielsweise die 2023 besetzten Kleinen Maränen im Sommer 2024 nicht mehr nachweisbar sind, ist das nicht zwangsweise auf die 2024 besetzten Tiere übertragbar.

Die Ergebnisse zeigen in der Zusammenfassung eine hohe Reproduktion der meisten Fischarten (außer Kleiner Maräne und Großmaräne) aber hohe Mortalitäten juveniler Tiere und fehlende Kohorten in kleinen bis mittleren Längenbereichen. Die sehr hohen Aufkommen von Barschen dürften einen hohen Prädationsdruck auf Fischlarven und Juvenile ausüben. Als Verursacher der hohen Prädation auf mittlere Größenklassen kommen die in hohen Dichten vorkommenden Hechte sowie evtl. Kormorane in Betracht.

### 5.3 Fischbasierte Bewertung

Die fischbasierte ökologische Zustandsbewertung des Selenter 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 Selenter See führt die Bewertung mit den Befischungsdaten 2024 bei Nutzung des Site-Moduls zu einer sehr guten und bei Nutzung des Type-Moduls zu einer guten Bewertung des ökologischen Zustands.

Eine Übersicht der Merkmale, die in europäischen Verfahren zur Indikation anthropogener Degradation genutzt werden, sowie Literaturbelege können Ritterbusch et al. (2022a) entnommen werden. Demnach sind folgende Merkmale der Fischgemeinschaft typisch für degradierte Seen:

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

Die Fischgemeinschaft des Selenter Sees zeigt keines dieser Merkmale. Im Fischbestand lassen sich keine Eigenschaften erkennen, die auf eine anthropogene Degradation des Gewässers hinweisen. Die anthropogene Belastung des Selenter Sees ist sehr gering (Abschnitt 2.2). Eine gute bis sehr gute Bewertung des ökologischen Zustandes anhand der Fischgemeinschaft ist daher plausibel (ebenso Neumann (2011)). Auch mit anderen biologischen Qualitätselementen wird der ökologische Zustand des Sees als gut bis aktuell sehr gut bewertet (2.3).

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). Beide Module des DeLFI liefern plausible Ergebnisse; das Site-Modul mit „sehr gut“ und das Type-Modul mit „gut“ an der Grenze zum sehr gut. Ein Maßnahmenbedarf (mäßig oder schlechter) wird richtigerweise nicht angezeigt.

Unter Berücksichtigung der vorhergehenden Untersuchungen in Schleswig-Holstein ergeben sich bei der Bewertung mit dem DeLFI überwiegend plausible Bewertungen (Tab. 16). Bei acht insgesamt bewerteten Seen weichen fachgutachterliche Vorabbewertung und Ergebnis des DeLFI nur in einem Fall und nur für das Site-Modul so weit voneinander ab, dass fälschlicherweise ein Maßnahmenbedarf erkannt wird.

#### 5.4 Einfluss der Quagga-Muschel und Vergleich mit dem Großen Plöner See

Eine unbekannte Größe bei der Einschätzung der Lebensbedingungen für den Fischbestand ist die Etablierung der Quagga-Muschel im Selenter See. Eine erste Erwähnung der Art findet sich für das Jahr 2019, wobei nur wenige Quagga-Muscheln bei den ufernahen Untersuchungen des Makrozoobenthos nachgewiesen wurden (Otto & Speth 2020). Für das Jahr 2021 wird eine sehr deutliche Zunahme der Veliger-Larven im Zooplankton beschrieben und deutlich auf die Wahrscheinlichkeit der Etablierung und Expansion von Quagga-Muscheln hingewiesen (Arp & Maier 2022). Im Jahr 2024 wurden bei den ufernahen Befischungen durch das IfB in weiten Bereichen eine ausgedehnte Bedeckung mit der Art festgestellt.

Messungen der Trophieparameter des Selenter See zeigen eine kontinuierliche Abnahme der Phosphorgehalte seit 2009, aber eine augenscheinlich sprunghafte Abnahmen der Chl. a-Gehalte in den aktuellen Werte (2018, 2021) sowie sprunghafte Zunahmen der Sichttiefe in den aktuellen Werten (2021, 2024). Beides lässt sich durch eine schlagartige Zunahme der Quagga-Muschel und die entsprechend gesteigerte Filtertätigkeit erklären. Die Etablierung der Art lässt sich damit auf 2015 bis 2018 datieren. Vergleichbare Effekte einer Invasion durch Quagga-Muscheln auf Trophieparameter wurden auch am Großen Plöner See beobachtet (Ritterbusch et al. 2022b). Hier etablierte sich die Muschel offenbar etwa um 2014.

Die deutlichen und kurzfristigen Auswirkungen einer Invasion durch Quagga-Muscheln auf die Ökologie von Seen und deren Fischgemeinschaften sind mehrfach beschrieben. Die Quagga-Muschel ist in Nordamerika und in Europa hochgradig invasiv, sie wird als eine der schädlichsten invasiven Arten in 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. Am Bodensee wurde sie 2016 nachgewiesen 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).

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 Bodendominierten Struktur (Cuhel & Aguilar 2013; Fera et al. 2017; Karatayev & Burlakova 2022). Die Folgen sind erhöhte Sichttiefen, abnehmende Phytoplanktendichten und Zunahmen von Makrophyten und Makrozoobenthos. Das führt zu einer deutlichen Oligotrophierung besiedelter Seen, wie sie am Selenter See und auch am Großen Plöner See zu beobachten ist. Für die Fischgemeinschaft wird eine Verschiebung der Ernährung der Fische von pelagischen zu benthisch-litoralischen Quellen vorhergesagt, d. h. eine Abnahme der Verfügbarkeit von Zooplankton und eine Abnahme zooplanktivorer Fischarten bei Zunahme des Makrozoobenthos (Karatayev & Burlakova 2022; St. Andre et al. 2023). Es ist zu beachten, dass die benthische Biomasse zwar zunimmt, die Quagga-Muschel aber für die meisten heimischen Fischarten nicht im gleichen Umfang nutzbar ist wie beispielsweise Flohkrebse, Insektenlarven oder Würmer.

Für Deutschland sind die ökologischen Effekte der Invasion von Quagga-Muscheln am Bodensee detaillierter beschrieben (Baer et al. 2022; Haltiner et al. 2022). Auch am Großen Plöner See war die Makrozoobenthos-Zönose 2020 durch die die Quagga-Muschel deutlich überprägt (Otto & Speth 2020). Es gibt gemeinsame Auffälligkeiten in den Fischbeständen von Selenter und Großem Plöner See, obwohl der letztere mit einer Anbindung an Zu- und Abläufe, erhöhten Nährstoffgehalten und einer intensiveren Nutzung ganz andere Rahmenbedingungen aufweist (Ritterbusch et al. 2022b). Hierzu gehören:

- hohe Aufkommen und gutes Wachstum der benthisch-benthivoren Barsche im Vergleich zu pelagisch-planktivoren Arten wie der Plötze

- Defizite im Populationsaufbau der häufig planktivoren Cypriniden (Plötze, Rotfeder, Blei) mit Fehlen zahlreicher Kohorten und ungewöhnlich großen Einzelindividuen

Nach Einschätzung des Verfassers trägt am Großen Plöner See aber die Prädation durch Kormorane maßgeblich zu den Auffälligkeiten der Fischgemeinschaft bei, speziell zur Reduktion mittlerer Größenklassen und damit zu besserem Wachstum der größeren Tiere. Am Selenter See und in der Umgebung befinden sich jedoch keine Kormorankolonien. Der Umfang der Kormoranprädation von Durchzüglern und die entsprechenden Effekte auf die Fischgemeinschaft lassen sich nicht abschätzen.

Die Quagga-Muschel ist ein invasives Neozoon, das ohne anthropogene Einflüsse sehr wahrscheinlich nicht da wäre und damit als anthropogener Einfluss angesehen werden kann. Im Zusammenhang mit der Bewertung des ökologischen Zustandes, auch des DeLFI, sind die Effekte der Quagga-Muscheln aber nur eingeschränkt greifbar. Sie führt zu einer Abnahme des Phytoplanktons mit Abnahme des Chl. a Gehaltes und Zunahme der Sichttiefe. Damit können umfassende ökologische Änderungen auf Ebene aller bewerteten biologischen Elemente einhergehen. Diese entsprechen aber den Effekten einer Oligotrophierung und dürften mit den angewendeten Indizes eher positiv bewertet werden.

## 6 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. Pédron, 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., J. Kasten & G. Maier (2010): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2009. LimPlan, Berlin, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein.
- Arp, W., G. Maier & U. Michels (2013): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2012. LimPlan, Berlin, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein.
- Arp, W. & G. Maier (2016): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2015: Behlendorfer See, Blankensee, Dobersdorfer See, Großensee, Gr. Plöner See, Selenter See, Stocksee, Tresdorfer See. LimPlan, Berlin, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein.
- Arp, W. & G. Maier (2019): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2018 - Los 1: Dobersdorfer See, Domsee, Gr. Küchensee, Kl. Küchensee, Gr. Plöner See, Gr. Ratzeburger See, Schöhsee, Selenter See und Suhrer See. LimPlan, Berlin, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein.
- Arp, W. & G. Maier (2022): Untersuchungen des Phyto- und Zooplanktons schleswig-holsteinischer Seen 2021 - Los 1: Behlendorfer See, Dobersdorfer See, Großensee, Gr. Plöner See, Gr. Ratzeburger See, Lankauer See, Selenter See, Stocksee, Tresdorfer 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 4.7.4 (2008-2021): Garmin Basecamp. Computerprogramm Garmin Deutschland GmbH.
- Bauch, G. (1963): Die Fischbestände der fließenden und stehenden Gewässer Deutschlands und ihre artenmäßige Zusammensetzung. In: G. Bauch (Ed.) *Die einheimischen Süßwasserfische*, pp. Neumann Verlag, Radebeul.
- Bauch, G. (1970): *Die einheimischen Süßwasserfische*. Neumann Verlag.
- Baur, W. H. & J. Rapp (2003): *Gesunde Fische*. Parey, Berlin.
- Becke, C. (2012): Altersstruktur und Nahrungsspektrum der Trüsche (*Lota lota*) im oligotrophen Bodensee. Masterarbeit, Westfälische Wilhelms-Universität Münster.
- Beeck, P., S. Tauber, S. Kiel & J. Borchering (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, .
- 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. & 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.
- 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.
- 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.
- Froese, R. & D. Pauly (2023): 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 Maps (2024): Google Maps. [google.de/maps](http://google.de/maps), abgerufen.
- Griffiths, D. (2006): The direct contribution of fish to lake phosphorus cycles. *Ecology of Freshwater Fish* 15: 86-95.
- 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.
- 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.
- 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.
- Holzer, G., G. Unfer, C. Gumpinger, M. Hinterhofer, S. Guttmann & K. Pinter (2011): Der Verein "Die Bewirtschafter" stellt den Fisch des Jahres 2011 vor: Die Aalrutte (*Lota lota*). *Österreichs Fischerei* 64: 254-268.
- Horppila, J., J. Ruuhijarvi, M. Rask, C. Karpainen, 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.
- Hühn, D., D. C. Gwinn, S. L. Shaw, J. Alós, M. S. Allen, T. Pagel, C. Skov & R. Arlinghaus (2023): Density- and size-dependent mechanisms modulate the outcome of stocking in a naturally recruiting freshwater piscivore (northern pike, *Esox lucius*): A replicated whole-lake experiment. *Fisheries Research* 267: 106799.
- 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.
- Kieckhäfer, H. (1972): Die Biologie der Bodenseetrübschen (*Lota lota*). *Zoologischer Anzeiger* 189: 298-325.
- Knösche, R. (1996): Literaturstudie zu den Auswirkungen des Kormoranbefluges auf die Fischbestände und die Fischerei in Brandenburg. Institut für Binnenfischerei e. V., Potsdam-Sacrow.
- 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,.
- Koops, H. (1960): Die Bedeutung der Staustufe Geesthacht für die Quappenfischerei der Elbe. *Kurze Mitteilungen aus dem Institut für Fischereibiologie der Universität Hamburg* 10: 43-55.
- Kottelat, M. & J. Freyhof (2007): Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol.
- 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.
- Meis, S., K. v. d. Weyer, J. Stühr & J. Pätzolt (2022): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten für die WRRL- und FFH-Richtlinie in schleswig-holsteinischen Seen, 2021.

- Vegetation des Behlendorfer Sees, des Großensees, des Großen Kückensees, des Großen Ratzeburger Sees, des Lankauer Sees, des Schöhsees, des Selenter Sees, des Stocksees und des Suhrer Sees lanaplan, Flintbek, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein.
- Müller, W. (1958): Das Wachstum der Quappe (*Lota lota* L.) im Oderhaff und deutschen Gewässern. Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für Limnologie XIII: 743-747.
- Müller, W. (1960): Beiträge zur Biologie der Quappe nach Untersuchungen in den Gewässern zwischen Elbe und Oder. Zeitschrift für Fischerei 9: 1-72.
- Neufeld, M. D., C. A. Davis, K. D. Cain, N. R. Jensen, S. C. Ireland & C. Lewandowski (2011): Evaluation of methods for the collection and fertilization of burbot eggs from a wild stock for conservation aquaculture operations. Journal of Applied Ichthyology 27: 9-15.
- 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.
- 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,,.
- 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., M. Rask, J. Ruuhjarvi, 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Persson, L. & L. A. Greenberg (1990): Juvenile competitive bottlenecks: The perch (*Perca fluviatilis*)-roach (*Rutilus rutilus*) interaction. Ecology 71: 44- 56.
- Persson, L. (1991): Behavioral response to predators reverses the outcome of competition between prey species. Behavioral Ecology and Sociobiology 28: 101-105.
- 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.
- 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 Kształtowania Środowiska* 5a: 106-116.
- Riedmüller, U., E. Hoehn & U. Mischke (2013): Trophieklassifikation von Seen: Trophieindex nach LAWA (Handbuch). Länderfinanzierungsprogramm "Wasser, Boden und Abfall" LBH & IGB, Freiburg im Breisgau, im Auftrag Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA).
- Ritterbusch, D. & J. Bohlen (2000): On the ecology of spined loach in Lake Müggelsee. *Folia Zoologica* 49: 187- 192.
- Ritterbusch, D. (2005): Untersuchungen zur Nahrungszusammensetzung des Kormorans. Institut für Binnenfischerei e. V., Potsdam, im Auftrag Landesamt für Verbraucherschutz,, Landwirtschaft und Flurneuordnung.
- 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. & 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. (2017): Informationsportal zur Bewertung der Oberflächengewässer gemäß Europäischer Wasserrahmenrichtlinie - Teilbereich fischbasierte Seebewertung. <http://gewaesser-bewertung.de/>, abgerufen 22.05.17.
- Ritterbusch, D., C. Argillier, J. Arle, W. Białokoz, J. Birzaks, P. Blabolil, J. Breine, H. Draszkiwicz-Mioduszewska, N. Jaarsma, I. Karottki, T. Krause, J. Kubečka, T. Lauridsen, M. Logez, A. Maire, A. Palm, G. Peirson, M. Říha, J. Szlakowski, T. Virbickas & S. Poikane (2017a): 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.
- Ritterbusch, D., R. Frenzel & J. Windheuser (2017b): 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., 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., 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 (2022a): European fish-based assessment reveals high diversity of systems for determining ecological status of lakes. *Science of The Total Environment* 802: 149620.
- Ritterbusch, D., R. Frenzel & J. Windheuser (2022b): WRRL Fischmonitoring Schleswig-Holstein 2022: Großer Plöner See. Institut für Binnenfischerei e. V., Potsdam, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR).
- 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.
- 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.
- 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.
- Stüeken, M. J. P. (2012): Reproduktion, Aufzucht und Wiederansiedelung der Aalquappe (*Lota lota*). Universität Osnabrück Osnabrück.
- Stuhr, J., K. Jödicke, N. Voigt & S. Wriedt (2006): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten für die WRRL- und FFH-Richtlinie in schleswig-holsteinischen Seen, 2006. Vegetation des Ahrensees, des Bordscholmer Sees, des Bothkamper Sees, des Großensees, des Selenter Sees und des Westensees Büro BiA, Flintbek, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Schleswig-Holstein,,.
- Stuhr, J., K. v. d. Weyer, K. Jödicke, U. Holm, R. Kantz, S. Meis & V. Krautkrämer (2009): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten für die WRRL- und FFH-Richtlinie in schleswig-holsteinischen Seen.
- Vegetation des Belauer Sees, des Großensees, des Postsees, des Selenter Sees, des Stocksees und des Stolper Sees. . Büro BiA, Kiel, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein,,.
- Stuhr, J., K. Jödicke, U. Holm, K. v. d. Weyer, V. Krautkrämer, S. Meis & T. Görlich (2012): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten für die WRRL- und FFH-Richtlinie in schleswig-holsteinischen Seen, 2012. Vegetation des Behlendorfer Sees, des Großensees,

- des Großen Kuchensees, des Großen Ratzeburger Sees (inkl. Domsee), des Schöhsees, des Selenter Sees, des Stocksees und des Suhrer Sees. Büro BiA, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Schleswig-Holstein,,.
- Stuhr, J., K. v. d. Weyer, V. Krautkrämer & S. Meis (2015): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten für die WRRL- und FFH-Richtlinie in schleswig-holsteinischen Seen, 2015. Vegetation des Belauer Sees, des Großensees, des Großen Kuchensees, des Großen Ratzeburger Sees (inkl. Domsee), des Schöhsees, des Selenter Sees, des Stocksees, des Stolper Sees und des Suhrer Sees. Büro BiA, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein,,.
- Stuhr, J., K. v. d. Weyer, V. Krautkrämer & S. Meis (2018): Monitoring der Qualitätskomponente Makrophyten für die WRRL- und FFH-Richtlinie in schleswig-holsteinischen Seen, 2018. Vegetation des Großensees, des Großen Kuchensees, des Großen Ratzeburger Sees (inkl. Domsee), des Schöhsees, des Selenter Sees, des Stocksees und des Suhrer Sees. Büro BiA & Büro lanaplan, im Auftrag Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes 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. Borcharding (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 Waneperven, The Netherlands, with special reference to Bream *Abramis brama*. *Ardea* 83: 143-155.
- Verreycken, H., G. Van Thuyne & C. Belpaire (2011): Length–weight relationships of 40 freshwater fish species from two decades of monitoring in Flanders (Belgium). *Journal of Applied Ichthyology* 27: 1416-1421.
- 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 (2024): Wasserwirtschaftliches Fach-Informationssystem: Seen Schleswig-Holstein (Berichtspflichtige Seen gem. EG-WRRL). <https://umweltanwendungen.schleswig-holstein.de/Seen/seenalle.php?alle=ja>, abgerufen 07.10.2022.
- WANIS (2024): Wasserkörper- und Nährstoffinformationssystem Schleswig-Holstein: WRRL-Wasserkörpersteckbriefe, Monitoringergebnisse Nährstoffe. <https://umweltanwendungen.schleswig-holstein.de/webauswertung/pages/home/welcome.xhtml>, abgerufen 2024.
- Wanke, T. (2018): Recruitment deficits in vendace (*Coregonus albula*) – early detection, remediation and preventive management. Dissertation, Humboldt-Universität Berlin.
- 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.

## 7 Anhang

### 7.1 Wissenschaftliche Artnamen

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

<b>Artname deutsch</b>	<b>Artname 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>
Gibel	<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>
Plötze	<i>Rutilus rutilus</i>
Quagga-Muschel	<i>Dreissena rostriformis</i>
Quappe	<i>Lota lota</i>
Rotfeder	<i>Scardinius erythrophthalmus</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>
Zwergstichling	<i>Pungitius pungitius</i>

## 7.2 Zusätzliche Abbildungen

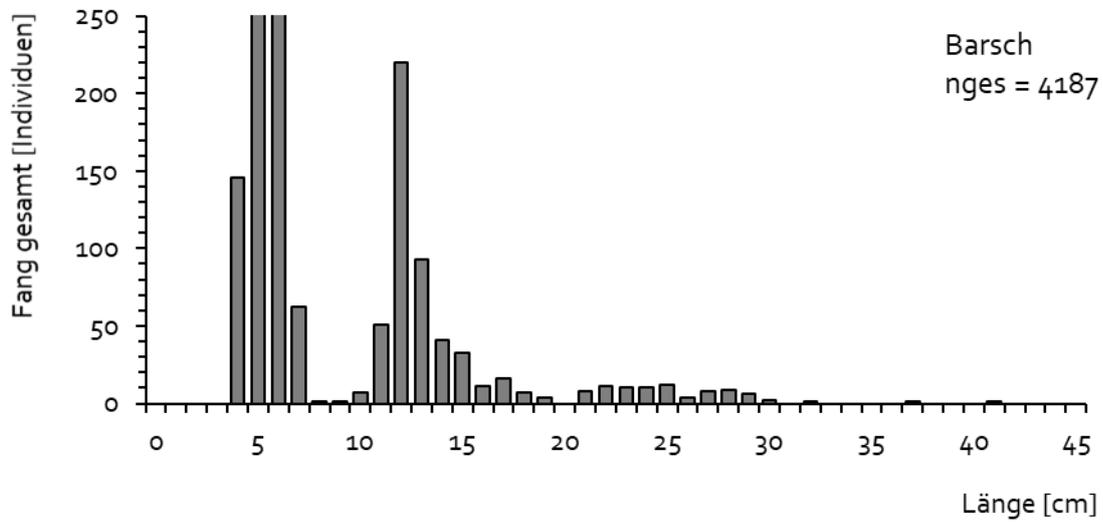


Abb. 19: Längen-Häufigkeitsverteilung für Barsche in den Fängen am Selenter See Anfang Juli 2024. Datengrundlage ist der Gesamtfang mit nges als Stichprobenumfang. Wie Abb. 10 aber die Y-Achse ist nicht logarithmisch skaliert und bei 250 abgeschnitten.

### 7.3 Netzfänge im Tiefenprofil

Tab. 14: Artsspezifische Individuenzahlen N und Massen W für benthische Multimaschen-Stellnetze am Selenter See (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	907		56	963	1499		3294	4793
	Hecht	18			18	318			318
	Kl. Maräne	1			1	6			6
	Plötze			65	65			6602	6602
	Rotfeder			2	2			385	385
	Steinbeißer			3	3			10	10
03-06	Barsch	712	1	262	975	1151,5	9	7792	8952,5
	Blei		1	1	2		12	3820	3832
	Hecht	20			20	339			339
	Kaulbarsch	1		1	2	1		10	11
	Plötze			30	30			3317	3317
	Steinbeißer			4	4			12	12
06-09	Barsch	317	1	84	402	577	8	4799	5384
	Kaulbarsch	2		33	35	2,5		339	341,5
	Kl. Maräne	2			2	33			33
	Plötze			20	20			2573	2573
09-12	Barsch	457		124	581	740		7600	8340
	Hecht	1			1	24			24
	Kaulbarsch	4		12	16	4		242	246
	Kl. Maräne	1			1	14			14
	Plötze			23	23			2692	2692
	Steinbeißer			1	1			2	2
12-15	Barsch	139		25	164	206		4418	4624
	Gr. Maräne	1			1	13			13
	Kaulbarsch			14	14			177	177
	Kl. Maräne	1			1	20			20
	Plötze			1	1			157	157
15-18	Barsch	98		9	107	167		1738	1905
	Kaulbarsch			11	11			107	107
	Kl. Maräne	1			1	19			19
	Plötze			1	1			68	68
18-21	Kein Netz gestellt								
21-24	Barsch	3		6	9	6		985	991
	Gr. Maräne	1			1	18			18
	Kaulbarsch			1	1			43	43
24-27	Gr. Maräne	3			3	42			42
	Kaulbarsch			2	2			16	16
	Kl. Maräne	1			1	13			13
	Quappe		1		1		90		90
27-30	Gr. Maräne	6			6	72			72
	Kaulbarsch			13	13			160	160
30-33	Barsch	1			1	1			1
	Gr. Maräne	3			3	41			41
	Kaulbarsch			30	30			342	342

Tab. 15: Artspezifische Individuenzahlen N und Massen W für pelagische Multimaschen-Stellnetze am Selenter See (Juli 2022) - Detailangabe nach Tiefenzone.

Tiefe (m)	Art	juv. N	präad. N	adult N	$\Sigma$ N	juv. W (g)	präad. W (g)	adult W (g)	$\Sigma$ W
00-06	Barsch	333			333	552			552
	Kleine Maräne	6			6	77			77
06-12	Barsch	275			275	440			440
	Kleine Maräne	27			27	328			328
12-18	Barsch	329			329	527			527
	Kleine Maräne	248			248	2982			2982
	Steinbeißer			1	1			3	3
18-24	Barsch	48			48	56			56
	Kleine Maräne	142			142	1691			1691

## 7.4 Bewertungstemplates DeLFI

### 7.4.1 DeLFI-Site

<b>Seename:</b>	<b>Selenter See</b>			DeLFI-Site
				V01_1504
<b>Seetyp:</b>	<b>TIEF</b>			Druckseite 1/2
			Datum:	30.09.2024
			Bearbeiter:	Ritterbusch
Referenz nach Neumann (2011) deutlich modifiziert				
<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		1	Blei
<i>Alburnus alburnus</i>	0	Nein	0	Ukelei
<i>Blicca bjoerkna</i>	0	Nein	0	Güster
<i>Cobitis taenia</i>	1		3	Steinbeißer
<i>Coregonus albula</i>	3		3	Kleine Maräne
<i>Esox lucius</i>	2		3	Hecht
<i>Gymnocephalus cernua</i>	2		2	Kaulbarsch
<i>Lota lota</i>	2	Nein	3	Quappe
<i>Osmerus eperlanus</i>	0	Nein	0	Stint
<i>Perca fluviatilis</i>	3		3	Barsch
<i>Rhodeus amarus</i>	0	Nein	0	Bitterling
<i>Rutilus rutilus</i>	3		2	Plötze
<i>Scardinius erythro.</i>	2		1	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		2	Aal
<i>Coregonus 'Große Maräne'</i>	1		1	Große Maräne allg.
<i>Pungitius pungitius</i>	1		3	Zwergstichling
<i>Leucaspis delineatus</i>	0		0	Moderlieschen
<i>Salmo trutta far.</i>	0		0	Bachforelle
<i>Gobio gobio</i>	1		1	Gründling
<i>Carassius carassius</i>	1		1	Karausche
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	1		1	Dreist. Stichling

Abb. 20: DeLFI-Bewertungstemplate **SITE-Modul** für den Selenter See, Befischungsergebnisse und Bewertung 2024 - Teil 1: Referenzfischgemeinschaft und aktuelle Fischgemeinschaft.

See:	Selenter See			DeLFI-Site
Seetyp:	TIEF			V01_1504
Datum:	30.09.24			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	3	davon heute	3	5
regelmäßige Arten	5	davon heute	5	5
seltene Arten	7	davon heute	7	5
Anzahl Habitatgilden	3	davon heute	3	5
Anzahl Reproduktionsgilden	4	davon heute	4	5
<b>Abundanzen</b>				
Abundanz häufige Arten	3	davon heute	2	3
Abundanz Habitatgilden				
littoral	profundal	epilimnisch	hypolimnisch	<b>kombiniert</b>
4,3	5,0	na	5,0	5
Abundanz Reproduktionsgilden				
lithophil	phyto-lithophil	phytophil	psammophil	<b>kombiniert</b>
3,7	5,0	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>	Ja	Ja	Ja	
<i>Esox lucius</i>	Ja	Nein	Ja	
<i>Sander lucioperca</i>	Nein	Nein	Ja	
<i>Tinca tinca</i>	Ja	Nein	Ja	
<b>Optionale Metrics</b>				Metric nutzen? Klasse wählen Wert
<b>Maximalmasse Blei</b>		Ja	> 2.0 kg	5
<b>Vernetzung</b>				Metric nutzen? Wert
Ist der See im Referenzzustand vernetzt?	Nein	3	na	
<b>Bewertung des ökologischen Zustandes des Sees</b>				
Anzahl der Metrics:			9	
Gesamtwert:			43	
EQR:			0,94	
Ökologische Statusklasse See:			sehr gut	
<b>Berücksichtigung optionaler Metrics</b>				
Reproduktion:	berücksichtigt			
Maximalgewicht Brassen:	berücksichtigt			
Anzahl Gastarten/Gruppen:	ausgeschlossen			

Abb. 21: DeLFI-Bewertungstemplate **SITE-Modul** für den Selenter See 2024 - Teil 2: Bewertung der Metrics und Gesamtbewertung.

### 7.4.2 DeLFI-Type

Seename	Selenter See		DeLFI 01_1504
Datum Befischung	01.07.2024		Druckseite 1/2
Datum Bewertung	30.09.2024		
Bearbeiter	Ritterbusch		
<b>Seetyp</b>			
mittlere Tiefe [m]	13,7	<b>Seetyp</b>	<b>TIEF</b>
größte Tiefe [m]	37	Typ geändert?	Nein
Typenvorschlag	<b>TIEF</b>		
Befischung Institut für Binnenfischerei im Auftrag des Landesamt für Umwelt Schleswi			
<b>Dateneingabe</b>			
<b>WPUE</b>		0,02268	<b>[kg/m²]</b>
<b>Art</b>	<b>vorhanden?</b>	<b>% Masse</b>	<b>% Anzahl</b>
Abramis ballerus	fehlt (natürlich)	0	
Abramis brama	ja	6,7	0,1
Blicca bjoerkna	fehlt (natürlich)	0	
Carassius carassius	fehlt (natürlich)	0	
Carassius gibelio	fehlt (natürlich)	0	
Coregonus 'Whitefish'	ja	0,3	
Cyprinus carpio	fehlt (natürlich)	0	
Esox lucius	ja		
Gymnocephalus cern.	ja	2,5	3,5
Perca fluviatilis	ja	61,2	
Rutilus rutilus	ja	27	
Sander lucioperca	fehlt (natürlich)	0	
Scardinius erythro.	ja		
Tinca tinca	ja	0	
Aspius aspius	fehlt (natürlich)	x	x
Gasterosteus aculeatus	fehlt (natürlich)	x	x
Gobio gobio	fehlt (natürlich)	x	x
Leuciscus cephalus	fehlt (natürlich)	x	x
Leuciscus idus	fehlt (natürlich)	x	x
Leuciscus leuciscus	fehlt (natürlich)	x	x
Lota lota	ja	x	x
Osmerus eperlanus	fehlt (natürlich)	x	x
<b>Median der Masse [g]</b>			
Barsch ≥ 06 g	22,7		
Blei ≥ 10 g			
Plötze ≥ 14 g	91		

Abb. 22: DeLFI TYPE-Modul für den Selenter See 2024 - Teil 1: Datenblatt

Seename	Selenter See		DeLFI 01_1504
			Page 2/3
Datum Befischung	01.07.24		
Bearbeiter	Ritterbusch		
<b>Ausgabe und Bewertung</b>			
Metric	Wert	Bewertung	Auswahl
obligatorische Arten	0 Arten fehlen	5	Ja
WPUE [kg/m <sup>2</sup> ]	0,02268	4	Ja
Abr. brama [% Anzahl]	0,1	5	Ja
Gymn. cernua [% Anzahl]	3,5	5	Ja
benthisch [% Masse]	36,2	5	Ja
benthivor [% Masse]	9,2	5	Ja
Median der Masse [g]		4	Ja
Barsch ≥ 06 g	22,7	4	Ja
Blei ≥ 10 g	0	n.a.	Nein
Plötze ≥ 14 g	91	4	Ja
<b>Modifikator Reproduktion besetzte Arten</b>		Auswahl?	Ja
Art	1 - Kontrolle	2 - Besetzt	3 - Reproduziert
<i>Coregonus phen. "lavaretus"</i>	Ja	Ja	Nein
<i>Esox lucius</i>	Ja	Nein	Ja
<i>Sander lucioperca</i>	Nein	Nein	Ja
<i>Tinca tinca</i>	Ja	Nein	Ja
<b>Gesamtbewertung</b>			
		Anzahl gewählter Metrics	7
		Punktezahl für Auswahl:	33
		<b>EQR für ausgewählte Metrics</b>	<b>0,93</b>
		<b>Ökologischer Zustand des Sees nach DeLFI-Type:</b>	<b>gut</b>
Ausgeschlossene Standard-Metrics: 0			
Modifikator Reproduktion ausgewählt: Ja			

Abb. 23: DeLFI TYPE-Modul für den Selenter See 2024 - Teil 2: Bewertung

## 7.5 Vergleichstabelle Befischungen in Schleswig-Holstein

Tab. 16: Gegenüberstellung ausgewählter Ergebnisse der Befischung am Selenter See mit vergleichbaren Untersuchungen an Seen in Schleswig-Holstein (Ritterbusch et al. 2017b, 2019, 2020, 2021, 2022b). Der Erwartungswert ist eine fachgutachterliche Einschätzung des ökologischen Zustandes aufgrund der Intensität anthropogener Belastungen und der Bewertungsergebnisse anderer Qualitätselemente.

Parameter	Einheit	Selenter 2024	Gr. Plöner 2022	Schluen 2021	Suhrer 2020	Witten 2019	Schaal NW 2016	Schaal Niend. 2016	Ratzeburger 2016
Artenzahl	-	13	17	13	11	11	15	16	11
EF Ufer N1	(1/100 Dips)	25	49	219	16	8	159	75	227
EF Ufer N2	(1/100 m)	5	12	51	3	2	35	17	43
EF benth. N	(1/100 m <sup>2</sup> )	140	169	84	23	14	143	164	63
EF benth. W	(kg/100 m <sup>2</sup> )	2,3	1,9	1,6	1,6	1,3	2,8	4,0	2,4
EF pela. N	(1/100 m <sup>2</sup> )	213	12	3	9	6	5	40	68
EF pela. W	(kg/100 m <sup>2</sup> )	1,0	0,3	0,2	0,1	0,3	0,1	0,6	0,4
EF Großmasche N	(1/100 m <sup>2</sup> )	1,3	0,4	-	-	-	-	-	-
EF Großmasche W	(kg/100 m <sup>2</sup> )	6,8	2,3	-	-	-	-	-	-
Mortalität Kl. Maräne	(%)	100 (0-1)	98 (1-2)	-	100 (0-1)	97 (1-2)	15 (1-4)	-	64 (0-1)
Mortal. Barsch	(%)	63 (0-5)	94 (0-1)	-	76 (2-5)	25 (3-8)	52 (2-5)	58 (2-5)	21 (2-5)
Mortal. Plötze	(%)	100 (0-1) 51 (2-7)	-	10 (1-6)	51 (1-6)	-	-	-	-
DeLFI-Site	-	Sehr gut	Sehr gut	Gut	Unbefr.	Sehr gut	Sehr gut	Gut	Gut
DeLFI-Type	-	gut	gut	gut-sehr gut	Gut	Gut-mäßig	gut	Gut-mäßig	Gut
Erwartung	-	sehr gut	Gut-mäßig	gut-sehr gut	Gut	Gut	gut	gut	Gut