Untersuchung des Fischlarvenaufkommens in der Elbe im Bereich des Pumpspeicherkraftwerkes Geesthacht 2019

- Abschlussbericht -

Landessportfischerverband Schleswig-Holstein e.V.

Mattias Hempel & Rüdiger Neukamm

Kiel, Januar 2020

Das Projekt wurde gefördert aus Mitteln der Fischereiabgabe des Landes Schleswig-Holstein

Inhalt

Zusammenfassung....1
1 Einleitung....2
2 Methodik....4
2.1 Untersuchungsgewässer....4
2.2 Befischungen....6
2.3 Probenbearbeitung und Auswertung....10
3 Ergebnisse....12
3.1 Wasserparameter....12
3.2 Befischungen....13
4 Diskussion und Fazit....21
5 Literatur....25
6 Anhang....27

Zusammenfassung

Vom 21.03. bis zum 07.08.2019 fanden wöchentlich Befischungen zur Erfassung des Fischlarvenaufkommens in der Mittelelbe bei Stromkilometer 582 im Bereich des Pumpspeicherkraftwerkes Geesthacht statt. Zum Einsatz kamen dabei Ringnetze in drei unterschiedlichen Abständen zum Ufer jeweils tagsüber und nachts. Ergänzt wurden die Befischungen durch den Einsatz eines Zugnetzes und eines Keschers im flachen Uferbereich. Insgesamt wurden 217 Hols mit dem Ringnetz, 13 Hols mit dem Zugnetz und 15 Hols mit dem Kescher durchgeführt.

Durch das Pumpspeicherkraftwerk Geesthacht dürfen laut wasserrechtlicher Genehmigung bis zu 140 m^3/s Wasser aus der Elbe entnommen werden, die tatsächlichen jährlichen Entnahmemengen variieren stark. Einrichtungen zum Fischschutz gibt es nicht, nur Grobrechen mit einer lichten Weite von 85 mm sind zum Schutz vor Treibgut und Eisgang vor den Entnahmeschächten installiert. Es liegt zwar eine umfangreiche Untersuchung zur Gefährdung von Fischen aus den Jahren 2012 und 2013 vor, jedoch wurden dabei nur Individuen ab einer Totallänge von ca. 40 mm erfasst. Erkannt wurde insbesondere eine Gefährdung von juvenilen Cypriniden im Spätsommer. Ob es durch die Vernichtung von Larven zu Auswirkungen auf die Fischbestände beziehungsweise die fischereilichen Erträge kommen kann, blieb unklar. Aufgabe der vorliegenden Untersuchung war daher auch die Einschätzung der Situation am Kraftwerk in Bezug auf die frühen Lebensstadien.

Über den gesamten Untersuchungszeitraum wurden 22 Fischarten und eine Neunaugenart erfasst. Im Probenmaterial waren insgesamt 6.116 Individuen enthalten. Am häufigsten waren Larven und junge Juvenile der Art Ukelei und frühe Larvenstadien der Art Zander. Ebenfalls mit hohen Individuenzahlen wurden die Arten Brassen, Flussbarsch, Schwarzmundgrundel, Gründlingsverwandte (Gründling und Weissflossengründling zusammengefasst), Aland, Güster und Kaulbarsch nachgewiesen.

Mit den acht bis zwölf Ringnetzhols eines Fangtages wurden im Mittel bis zu ca. 39 Individuen je 100 m^3 befischten Volumens erfasst. Die höchsten in Einzelhols erfassten Dichten lagen bei ca. 180 Individuen je 100 m^3. Das Maximum der Individuendichte fiel mit dem Auftreten von frühen Percidenlarven (großteils Zander) Mitte April bis Mitte Mai zusammen. Ebenfalls hohe Individuendichten wurden Ende Juni erreicht, hierbei handelte es sich großteils um Ukelei in unterschiedlichen Entwicklungsstadien. Die bei den Zugnetzhols nah des Ufers maximal erreichte Individuendichte lag bei ca. 178 Individuen je 100 m^3, bei den Kescherhols im unmittelbaren Uferbereich waren es bis zu ca. 1.344 Individuen je 100 m^3. Bei den Fängen des Ringnetzes bestanden zwischen den Positionen Ufernah, Mitte und Uferfern erhebliche Unterschiede. Die Individuendichten waren bis auf Einzelfälle auf der Position Ufernah am höchsten. Im Vergleich der tagsüber und nachts durchgeführten Hols waren die erfassten Individuendichten nachts in vielen Fällen deutlich höher.

Die erlangten Erkenntnisse deuten in Bezug auf den Betrieb des Pumpspeicherkraftwerkes Geesthacht besonders auf eine Gefährdung der frühen Entwicklungsstadien von Perciden (insbesondere Zander) etwa von Mitte April bis Mitte Mai hin. Kritisch wäre dabei vor allem der reine Pumpbetrieb, bei einer häufig durchgeführten vollständigen Füllung des Speichersees könnten in dieser Jahreszeit erhebliche Mengen von Fischlarven vernichtet werden. Dies könnte beispielsweise beim Zander auch zu fischereilichen Ausfällen führen.

1 Einleitung

Eier und Larven stellen die empfindlichsten Entwicklungsstadien der Fische dar. Aufgrund ihrer geringen Größe sind sie besonders durch Prädation gefährdet. Darüber hinaus ist die Fähigkeit zu selbstständigen Ortsveränderungen noch sehr gering ausgeprägt, insbesondere frühe Entwicklungsstadien werden leicht passiv mit Strömungen verdriftet. In Flüssen gehört die stromab gerichtete Verdriftung auch zur Verbreitungsstrategie vieler Fischarten (LECHNER ET AL. 2010).

Durch ihre limitierten Schwimmfähigkeiten sind Fischlarven in Flüssen auch durch anthropogene Einflüsse besonders bedroht. Sie verdriften in den ausgebauten und vielschichtig genutzten Gewässern oftmals in Bereiche mit ungünstigen Lebensbedingungen oder werden bei Wasserentnahmestellen für Kühlwasser und in Wasserkraftwerken direkt eingesogen und getötet. Ein wirksamer Schutz der ganz frühen Lebensstadien ist kaum möglich, da diese schon bei sehr geringer mechanischer Belastung schwer geschädigt werden. Um die Beeinträchtigung der Fischfauna durch Kühlwasserentnahmen oder Wasserkraftwerke einschätzen zu können, liefern Untersuchungen des Fischlarvenaufkommens in den betroffenen Gebieten wertvolle Beiträge.

Diverse entsprechende Untersuchungen fanden bereits im Bereich der Tideelbe in Hamburg und weiter stromab im Ästuar statt (e.g. MÖLLER & DIECKWISCH 1991, OESMANN 2009, BRÜLLKE-MARTÍ 2014). Auch in der Mittelelbe gab es bereits einige Studien zu Jungfischen und Fischlarven, diese liegen zeitlich jedoch bereits relativ weit zurück (e.g. OESMANN 2003, SCHOLTEN 2013). Beispielsweise mit dem Auftreten von neuen invasiven Arten wie Schwarzmundgrundel und Kesslergrundel haben sich seitdem Veränderungen ergeben. Außerdem berücksichtigen die vorhandenen Untersuchungen nicht den Abschnitt im Staubereich des Wehres Geesthacht, in dem das Pumpspeicherkraftwerk Geesthacht liegt. Die nächstgelegenen Befischungen von OESMANN (2003) fanden bei Schnackenburg (Elbe-Stromkilometer 475) über 100 km stromauf statt.

Trotz der umfangreichen Untersuchungen zur Gefährdung von Fischen in Zusammenhang mit den Pumpaktivitäten des Pumpspeicherkraftwerkes Geesthacht (SCHWEVERS ET AL. 2014) war über die Mengen von dort angesogenen und vernichteten Fischlarven absolut nichts bekannt. Im Rahmen der in den Jahren 2012 und 2013 durchgeführten Befischungen im Unterwasser des Kraftwerkes mittels Elektrofischereigerät, Zugnetz und Ringwade wurden Fische erst ab ca. 40 mm Totallänge erfasst. Eine Gefährdung wurde dabei insbesondere für juvenile Cypriniden (mehrheitlich Ukelei) im Spätsommer festgestellt. In der Folge wurde vereinbart, den Betrieb in dieser Zeit anzupassen und die Wasserentnahmen soweit wie möglich zu reduzieren. Ob es durch die Vernichtung von Larven zu Auswirkungen auf die Fischbestände beziehungsweise die fischereilichen Erträge kommen kann, war unklar.

Die Befischungen der vorliegenden Studie wurden direkt im Bereich der Elbe beim Pumpspeicherkraftwerk stromauf des Wehres Geesthacht durchgeführt. Durch wöchentliche Einsätze im Zeitraum von März bis August 2019 sollte eine Grundlage für die Abschätzung von möglichen Schäden an der Fischfauna durch den Betrieb des Kraftwerks geschaffen werden. Dazu kamen an allen 20 Terminen Ringnetze standardisiert in unterschiedlichen Abständen zum Ufer und verschiedenen Tiefen jeweils tagsüber und nachts zum Einsatz. Durch den gewählten Probennahmezeitraum sollte das gesamte Larvenaufkommen sowohl von Winterlaichern als auch von Sommerlaichern erfasst werden. Durch den Einsatz eines kleinen Zugnetzes und eines Keschers wurden ab Mai 2019 zusätzliche Daten aus dem flacheren unmittelbaren Uferbereich generiert.

Über die Bestimmung des befischten Volumens lassen sich auch quantitative Aussagen zum Fischlarvenaufkommen machen. Diese sind essentiell, um abschätzen zu können, wie hoch die Anzahl der vom Pumpspeicherkraftwerk eingesogenen Fischlarven tatsächlich ist und welche Arten dadurch möglicherweise einer Gefährdung unterliegen.

2 Methodik

2.1 Untersuchungsgewässer

Die Elbe entspringt in Tschechien, durchfließt Deutschland und mündet nach insgesamt 1.094 km Fließstrecke bei Cuxhaven in die Nordsee. Das Einzugsgebiet des Stromes hat eine Größe von 148.268 km^2 (DRESDEN.DE 2010). Der durchschnittliche Mittelwasserdurchfluss (MQ) an der zum Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Messstation mit Durchflussmessung in Neu Darchau liegt bei 703 m^3/s (INFORMATIONSPLATTFORM UNDINE 2019).

Das Untersuchungsgebiet bei Elbe-Stromkilometer 582 auf Höhe des Pumpspeicherkraftwerks Geesthacht (Abbildungen 2.1 und 2.2) liegt im unteren Abschnitt der Mittelelbe, welche dort das Elbe-Urstromtal durchfließt. Der Strom hat in diesem Bereich einen geschwungenen Lauf, die Gewässerbreite beträgt bis zu ca. 500 m, an Engstellen wie bei der Stadt Lauenburg sind es nur ca. 250 m. Die einzige Staustufe in der Elbe auf deutschem Gebiet liegt bei Geesthacht, nur ca. 4 km stromab des Untersuchungsgebietes. Der Rückstau des Wehres wirkt sich dort demnach deutlich aus. Hinter der Staustufe beginnt die stark tidebeeinflusste Unterelbe.

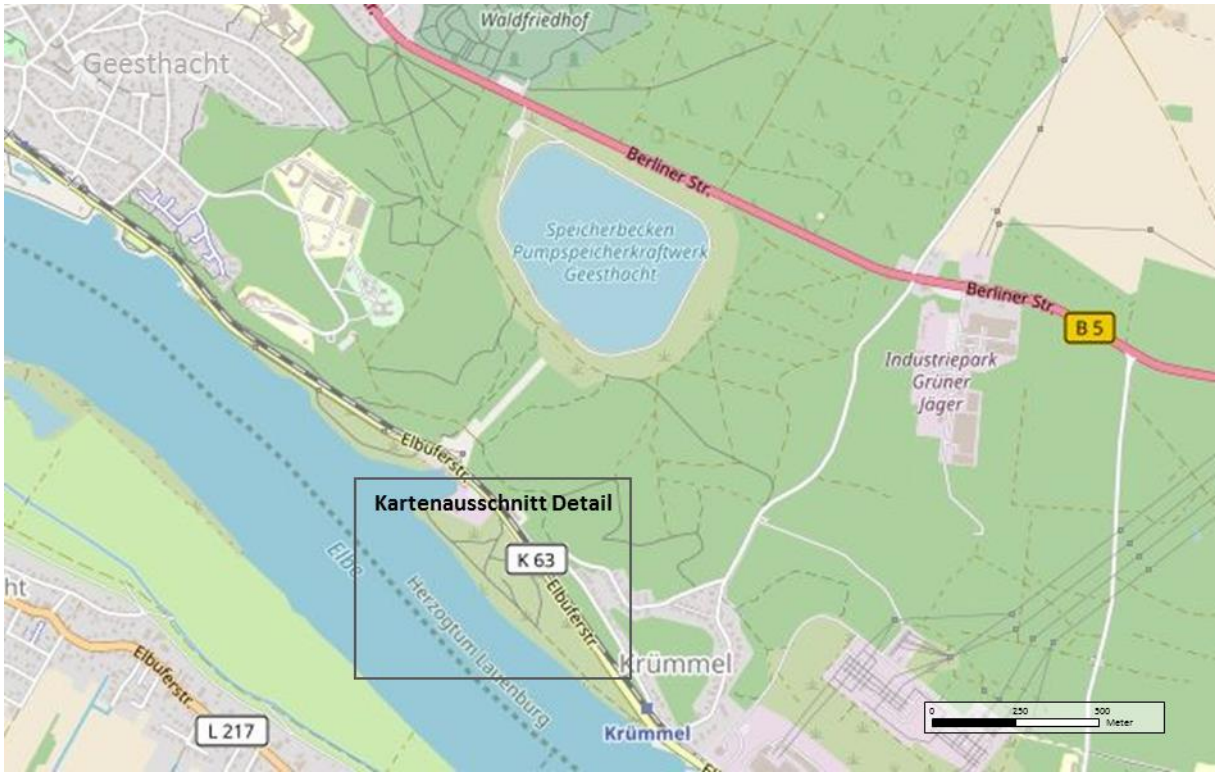


Abbildung 2.1: Übersichtskarte mit Position der Detailkarte (Abb. 2.7 auf Seite 10 zur Lage der Befischungen), Hintergrundkarte ©OpenStreetMap-Mitwirkende

Im Untersuchungsgebiet befinden sich sowohl auf schleswig-holsteinischer als auch auf niedersächsischer Seite zahlreiche Buhnen aus Wasserbausteinen zur Strömungslenkung. Diese liegen jedoch selbst bei den üblichen Niedrigwasserständen größtenteils etwa einen halben Meter unter der Wasseroberfläche. Die Ufer zwischen den Buhnen sind häufig unbefestigt und sandig. In Teilbereichen säumen Schilfbestände und Gehölze die Ufer des Stroms. Stromauf in relativ geringer Entfernung zum Untersuchungsgebiet befinden sich mehrere Bracks. Das nächstgelegene dieser je nach Wasserstand

mit dem Hauptstrom der Elbe verbundenen Kleingewässer mit Stillwassercharakter befindet sich beim Campingplatz in Tesperhude ca. 3,8 km stromauf zu den befischten Positionen.

Abbildung 2.2: Luftbild des Pumpspeicherkraftwerkes Geesthacht mit dem Einlaufbauwerk im Vordergrund und dem Speichersee im Hintergrund (POWERPLANTS.VATTENFALL.COM 2020)

Das bereits im Jahr 1958 in Betrieb genommene Pumpspeicherkraftwerk Geesthacht mündet über eine künstlich angelegte Bucht (Unterwasserkanal) in die Elbe. Die Anlage besteht aus einem Kraftwerksbauwerk direkt an der Elbe, einem ca. 80 m höher gelegenen Speichersee und drei Rohrleitungen, welche beides verbinden. Im Einlaufbauwerk des Kraftwerkes (Abbildung 2.3) befinden sich sechs rechteckige Schächte mit insgesamt drei Pumpen und drei zugehörigen Turbinen.

Abbildung 2.3: Blick von der Elbe aus auf das Einlaufbauwerk des Pumpspeicherkraftwerkes Geesthacht. Im Hintergrund die drei zum 80 m höher gelegenen Speichersee führenden Rohrleitungen

Die jeweils 6 m hohen und 7 m breiten Öffnungen der Schächte sind zum Schutz vor Treibgut und Eisgang mit einem Grobrechen mit einer lichten Weite von 85 mm versehen. Zur Energiespeicherung kann Wasser aus der Elbe in den Speichersee mit einer Grundfläche von ca. 30 ha bei einem nutzbaren Volumen von 3.300.000 m^3 gepumpt werden. Über Turbinen wird dieses zur Stromproduktion wieder abgelassen. Im üblichen Pumpbetrieb läuft nur eine der drei vorhandenen Pumpen mit einer Förderleistung von 33 m^3/s, die theoretisch mögliche maximale Fördermenge liegt bei 126 m^3/s. Zur vollständigen Füllung des Oberbeckens müssen alle drei Pumpen 9 h arbeiten. Häufig wird das Kraftwerk im Kombinationsbetrieb mit gleichzeitig laufender Pumpe und Turbine betrieben, dabei werden mit einer Pumpe 8 m^3/s angesaugt und direkt wieder über die zugehörige Turbine abgelassen (POWERPLANTS.VATTENFALL.COM 2020, SCHWEVERS ET AL. 2014).

2.2 Befischungen

Die im Jahr 2019 zur Feststellung des Fischlarvenaufkommens im Bereich des Pumpspeicherkraftwerkes Geesthacht getätigten Befischungen fanden vom 21.03. bis zum 07.08.2019 wöchentlich an insgesamt 20 Terminen statt.

Zum Einsatz kamen dabei die folgenden Fanggeräte:

<u>Ringnetz</u>

An jedem Befischungstermin wurden Ringnetze vom Boot aus eingesetzt. Der Durchmesser des zumeist eingesetzten Ringnetzes der Firma HYDRO-BIOS betrug 1 m, die Netzlänge 4 m und die Maschenweite 780 µm (Abbildung 2.4). An den ersten Befischungsterminen bis zum 25.04.2019 wurde für die oberflächennahen Hols ein leichteres Ringnetz mit einem Durchmesser von 0,9 m und einer Maschenweite von 500 µm genutzt (vergleichbar Anhang 1), da die Lieferung eines zweiten großen Ringnetzes noch nicht erfolgt war. In der Mitte der Netzöffnungen war jeweils ein Strömungsmessflügel befestigt. Am Ende des sich verjüngenden Netzbeutels befand sich ein Behälter aus Kunststoff zum Auffangen des erfassten Planktons.

An jedem der Befischungstermine wurden 8 bis 12 Hols an den Positionen Ufernah, Mitte und Uferfern durchgeführt (Abbildung 2.7, Anhang 1). Die Holdauer lag in der Regel bei 30 min. Insgesamt ergab sich eine Zahl von 217 Ringnetzhols. Die in diesem Bereich befindlichen Buhnenbauwerke lagen auch bei den niedrigsten Wasserständen zum Ende des Untersuchungszeitraumes noch vollständig unter Wasser. Vom verankerten Boot konnten jeweils zwei Hols zeitgleich durchgeführt werden. Dabei erfasste jeweils ein Hol den Bereich direkt unter der Wasseroberfläche und ein Hol den grundnahen Bereich. Die Tiefe, in der das Netz fischte, wurde bei den tiefen Hols über eine am Ringnetz befestigte Boje eingestellt. Bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten wurde ein Scherkörper am Netzring angebracht, um diesen auf der gewünschten Tiefe zu halten. Die Hälfte der Befischungen erfolgte bei Dunkelheit, um mögliche Unterschiede im Fischlarvenaufkommen zwischen Tages- und Nachtzeiten festzustellen.

Bis zum 05.07.2019 konnten alle Ringnetzbefischungen vom stationär verankerten Boot aus durchgeführt werden. Aufgrund des dauerhaft geringen Abflusses der Elbe und der damit verbundenen sehr geringen Strömungsgeschwindigkeit wurden danach erst ein Teil und später alle Hols vom fahrenden Boot mit einer Geschwindigkeit von ca. 4 km/h ausgeführt (vergleichbar Anhang 1). Durch kreisförmiges Fahren wurde dabei sichergestellt, dass das Netz von den Verwirbelungen des Schraubenwassers ferngehalten wird.

Die Berechnung des befischten Volumens erfolgte durch Multiplikation der mittels Strömungsmessflügel erfassten Länge des befischten Wasserkörpers mit der Fläche der Netzöffnung. Der eingesetzte Messflügel arbeitet nur bei Strömungsgeschwindigkeiten ab 0,2 m/s verlässlich. Unterhalb von 0,2 m/s wurde daher die mittels sensiblerem zusätzlichen Strömungsmessgerät bestimmte Fließgeschwindigkeit zur Berechnung genutzt. Im Falle des tief eingesetzten Ringnetzes, bei dem aufgrund der Distanz zum Boot nicht direkt vor der Netzöffnung gemessen werden konnte, ergab sich durch dieses Vorgehen eine leichte Überschätzung des filtrierten Volumens, da der Staudruck des Netzes nicht berücksichtigt werden konnte. Entsprechend könnte die tatsächliche Individuendichte etwas höher als angegeben sein.

Abbildung 2.4: Das vom Boot aus eingesetzte Ringnetz beim Ausbringen vom fahrenden Boot aus (Blick durch die Netzöffnung in den sich verjüngenden Netzbeutel

<u>Zugnetz</u>

Das Zugnetz kam ab dem 14.05.2019 an jedem Befischungstermin bis zum Ende der Untersuchung zum Einsatz. Es wurde jeweils ein Hol durchgeführt. Insgesamt ergab sich eine Zahl von 13 Zugnetzhols (vergleichbar Anhang 3). Genutzt wurde für die Zugnetzbefischungen jeweils der Zeitraum vom Sonnenuntergang bis zur Dämmerung, zwischen den Ringnetzbefischungen tagsüber und nachts. Das Zugnetz hatte eine rechteckige Öffnung mit 2 m Breite und 1 m Höhe und analog zum Ringnetz eine Maschenweite von 780 µm. An die Öffnung schloss sich ein 3 m langer und komplett geschlossener Netzkörper an, welcher sich bis zu einem Auffangbehälter am Ende hin verjüngt. An beiden Seiten des Netzes waren Rundhölzer angebracht (Abbildung 2.5). Mit diesen konnten zwei watende Personen die

Netzöffnung straff offen halten und das Netz im flachen Uferbereich mit stetigem Grundkontakt in Schrittgeschwindigkeit führen. Zum Ufer wurden ca. 4 m Abstand gehalten.

Das vom Zugnetz gefilterte Volumen ergab sich aus der mittleren Wassertiefe (maximal 0,5 m im befischten Flachwasserbereich), der Netzbreite und der zurückgelegten Strecke (in der Regel 100 m). Eine gegebenenfalls zu berücksichtigende gerichtete Strömung war im Flachwasserbereich nicht vorhanden.

Abbildung 2.5: Das im ufernahen Flachwasser eingesetzte Zugnetz mit den seitlich angebrachten Rundhölzern zum Ziehen des Netzes

Kescher

Der Kescher kam ab dem 09.05.2019 an jedem Befischungstermin bis zum Ende der Untersuchung zum Einsatz. Es wurde jeweils ein Hol durchgeführt (am 09.05. abweichend zwei Hols). Insgesamt ergab sich eine Zahl von 15 Kescherhols (vergleichbar Anhang 4). Genutzt wurde für die Kescherbefischungen ebenfalls der Zeitraum zwischen den Ringnetzbefischungen tagsüber und nachts. Die runde Öffnung des Keschers hatte einen Durchmesser von 0,4 m, die Maschenweite des Netzbeutels betrug wie bei den anderen Fanggeräten 780 µm. Am Ende des Netzbeutels befand sich ein kleiner Auffangbehälter (Abbildung 2.6). Der Kescher wurde zügig auf der gleichen Strecke wie das Zugnetz, aber unmittelbar ufernah geführt. Dabei wurden auch die vorhandenen Röhrichtbestände und Totholzstrukturen direkt befischt.

Das vom Kescher gefilterte Volumen ließ sich im Gegensatz zu den anderen Fanggeräten nur grob bestimmen. Bei maximalen Wassertiefen auf der Strecke über 0,4 m (Durchmesser der Öffnung) wurde das Volumen aus der Fläche der Kescheröffnung und der zurückgelegten Wegstrecke (in der Regel 100 m) errechnet. Bei niedrigeren Wasserständen wurde die Kescheröffnung gekippt, das gefilterte Volumen verringerte sich. Daher wurde die zur Berechnung eingesetzte Fläche der Kescheröffnung bei mittleren Wassertiefen von 0,3 m um ein Viertel und bei Wassertiefen von 0,2 m um die Hälfte verringert.

Abbildung 2.6: Der im unmittelbaren Uferbereich eingesetzte Kescher

Das in den Auffangbehältern der Fanggeräte befindliche Probenmaterial wurde nach jedem Hol in eine Auffangschüssel gegeben und auf größere Fische kontrolliert, bei denen eine sichere Bestimmung vor Ort möglich war. Diese wurden gemessen und ins Gewässer zurückgesetzt. Das restliche Material wurde in einen Kunststoffbehälter überführt und mit 4 prozentigem phosphatgepufferten Formaldehyd konserviert.

Die hydrographischen Parameter Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt, pH - Wert und elektrische Leitfähigkeit wurden an jedem Befischungstag einmalig tagsüber im Bereich der mittleren Ringnetzprobenstelle gemessen, um Veränderungen im Verlauf des Probennahmezeitraumes darstellen zu können. Zusätzlich wurden jeweils die aktuellen im Internet verfügbaren Durchflussdaten der Messstation in Neu Darchau (INFORMATIONSPLATTFORM UNDINE 2019) notiert.

Abbildung 2.7: Detailkarte mit den Positionen/Strecken, an denen die unterschiedlichen Fanggeräte zum Einsatz kamen (Hintergrundkarte ©OpenStreetMap-Mitwirkende)

2.3 Probenbearbeitung und Auswertung

Aus dem in Formaldehyd fixierten Probenmaterial wurden zunächst die enthaltenen Fischlarven und juvenilen Fische aussortiert. Besonders bei den im März und April bei hohem Durchfluss gewonnenen Proben waren erhebliche Mengen von abgestorbenem Pflanzenmaterial in den Proben enthalten. Um die Bearbeitungszeit in einem vertretbaren Rahmen zu halten, konnten teilweise nur Unterproben durchsortiert werden (vergleichbar Anhang 2), die später ermittelten Individuenzahlen wurden in diesen Fällen entsprechend hochgerechnet.

Die Bestimmung enthaltener Fischlarven auf Artniveau fand unter Zuhilfenahme entsprechender Bestimmungsliteratur (e.g. KOBLIZKAJA 1981, PINDER 2001, RAMLER ET AL. 2014, URHO 1996) unter dem Binokular statt. Für die Unterscheidung der Larven der morphologisch sehr ähnlichen Arten Gründling und Weissflossengründling existiert nach unserem Wissen bisher keine geeignete Bestimmungsliteratur. Daher wurden beide Arten unter der Familie Gründlingsverwandte (Gobioninae) zusammengefasst. Ab einer Totallänge von ca. 28 mm (junge Juvenile) konnte anhand der äußeren morphologischen Merkmale (Länge der Barteln, Pigmentierung auf den Flossen) eine sichere Zuordnung durchgeführt werden (Abbildung 2.8).

Die Messung der Larven erfolgte auf Totallänge mit 0,5 mm Genauigkeit. Anhand der Anzahl von Individuen je Hol in Verbindung mit dem berechneten befischten Volumen konnten die Individuendichten je 100 m³ berechnet werden. Zur weiteren Auswertung wurden mittlere Individuendichten für alle an einem Tag durchgeführten Ringnetzhols, alle an einem Tag auf einer

Position durchgeführten Hols und alle tagsüber beziehungsweise nachts durchgeführten Hols berechnet.

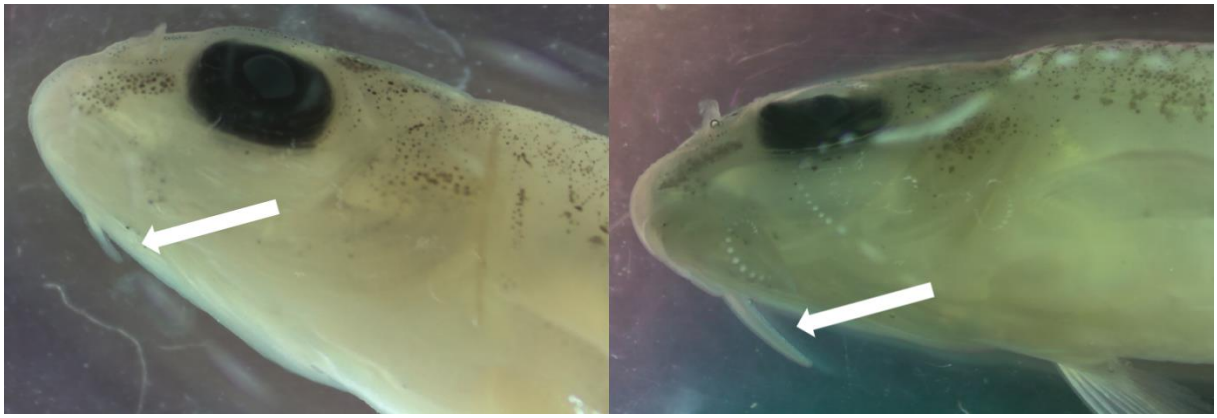


Abbildung 2.8: Länge der Barteln als Unterscheidungsmerkmal zwischen Gründling mit einer Totallänge von 28,0 mm (links) und Weissflossengründling mit 36,5 mm (rechts)

Die im Probenmaterial enthaltenen Individuen der unterschiedlichen Fischarten wurden in die fünf Entwicklungsstadien nach PINDER (2001) eingeteilt, diese werden im weiteren Bericht zumeist mit L 1 bis L 5 abgekürzt:

Stadium 1 (L 1)

Freier Embryo mit noch vorhandenem Dottersack

Stadium 2 (L 2)

Frühlarve mit bereits vollständig aufgezehrtem Dottersack, aber in der Rückenflosse (dorsal) noch keine Flossenstrahlen sichtbar

Stadium 3 (L 3)

Intermediäre Larve mit mehr oder weniger weit entwickelten Flossenstrahlen in der Rückenflosse, aber Rückenflosse noch nicht getrennt vom dahinter liegenden Flossensaum

Stadium 4 (L 4)

Spätlarve mit komplett vom Flossensaum getrennter Rückenflosse, aber Flossensaum im Bereich der sich entwickelnden Bauchflossen (ventral) noch vorhanden

Stadium 5 (L 5)

Junges juveniles Individuum komplett ohne Flossensäume und mit vollständig entwickelter Afterflosse

3 Ergebnisse

3.1 Wasserparameter

Die Wasserführung der Elbe während des Untersuchungszeitraumes vom 21.03. bis 07.08.2019 war von zwei Extremen geprägt. Zum Beginn im März zeigte sich der Durchfluss deutlich erhöht. An den ersten beiden Befischungstagen wurde der Mittelwasserdurchfluss an der Messstelle Neu Darchau von 703 m^3/s (INFORMATIONSPLATTFORM UNDINE 2019) deutlich überschritten (Abbildung 3.1). Am 25.04. sank die Durchflussmenge der Elbe dann erstmals auf unter 400 m^3/s und nahm, bis auf einen kurzen Anstieg etwa Anfang Juni, fortan weiter ab. Ab dem 27.06. lag der Durchfluss am Pegel Neu Darchau schließlich dauerhaft unter dem mittleren Niedrigwasserdurchfluss (MNQ) von 271 m^3/s.

Entsprechend der Wasserführung der Elbe entwickelte sich die vor Ort gemessene elektrische Leitfähigkeit. Diese lag Ende März noch bei ca. 600 µS/cm und stieg bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes bis auf über 1.300 µS/cm an.

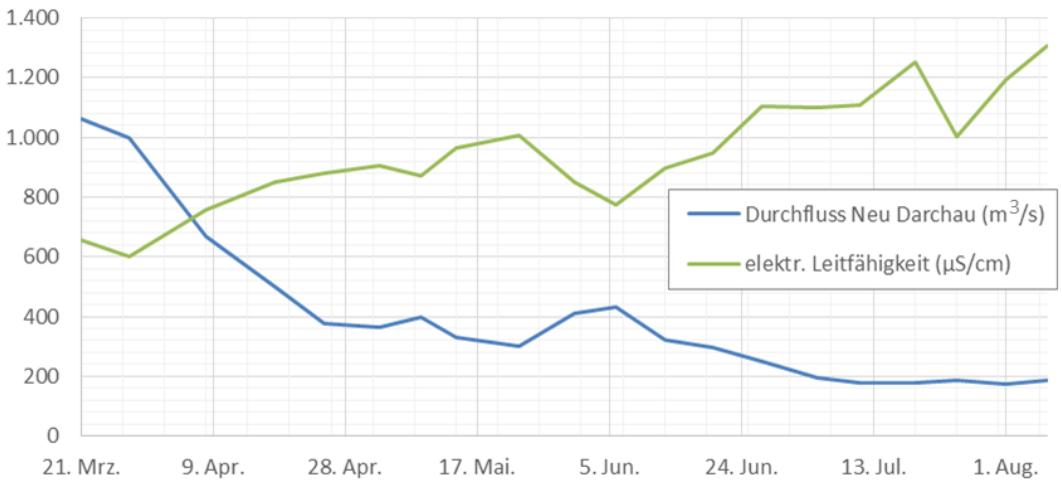


Abbildung 3.1: Entwicklung des Durchflusses der Elbe am Pegel Neu Darchau (INFORMATIONSPLATTFORM UNDINE 2019) und der elektrischen Leitfähigkeit (eigene Messwerte) im Verlauf des Untersuchungszeitraumes

Die während der Probennahme ermittelte Temperatur der Elbe lag zum Beginn des Untersuchungszeitraumes bei ca. 7 °C (Abbildung 3.2). Bis etwa Mitte Juni stieg sie relativ konstant auf fast 25 °C an. Auf einen Temperatureinbruch Mitte Juli runter bis auf ca. 18 °C folgte wiederum ein Anstieg, bis am 25.07. mit 25,6 °C das Maximum der 2019 gemessenen Wassertemperaturen erreicht wurde.

Der pH - Wert lag zum Beginn im März bei ca. 8 und stieg bis Ende April deutlich an. Sehr hohe Werte von über 9,5 wurden Ende April und im Mai erreicht. Etwa in diesen Zeiträumen lagen auch die Maxima des Sauerstoffgehaltes des Elbwassers: Der mit 16,7 mg/l höchste Sauerstoffgehalt (Sauerstoffsättigung über 150 %) wurde am 18.04. gemessen, der mit 7,8 mg/l niedrigste Sauerstoffgehalt wurde eine Woche vor dem Ende des Probennahmezeitraumes am 01.08. erfasst.

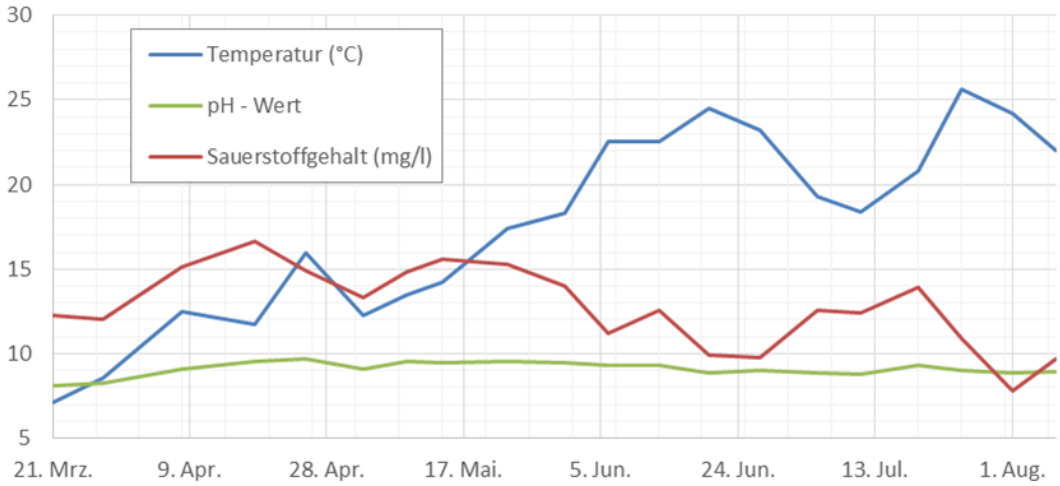


Abbildung 3.2: Entwicklung von Temperatur, pH - Wert und Sauerstoffgehalt im Verlauf des Untersuchungszeitraumes (eigene Messwerte)

3.2 Befischungen

Über den gesamten Untersuchungszeitraum vom 21.03. bis zum 07.08.2019 wurden insgesamt 22 Fischarten und eine Neunaugenart erfasst (Tabelle 3.1). Abbildungen aller erfasster Entwicklungsstadien (L 1 bis L 5) befinden sich in Anhang 5 des Berichtes. Mit 15 Arten kann der Großteil der nachgewiesenen Spezies der Familie Cyprinidae zugeordnet werden. Die drei im Bereich heimischen Arten der Familie Percidae (Flussbarsch, Kaulbarsch und Zander) konnten ebenfalls in ihren frühen Entwicklungsstadien erfasst werden. Aus den Familien Anguillidae, Esocidae, Gasterosteidae, Gobiidae und Petromyzontidae wurde jeweils eine Art nachgewiesen.

Mit 19 Spezies wurde die höchste Artenzahl mit dem Ringnetz erfasst, mit dem Zugnetz waren es 13 und mit dem Kescher 15 Spezies. Die Arten Aal, Karpfen, Weissflossengründling (mit gesicherter Artzugehörigkeit), Hecht und Kaulbarsch befanden sich ausschließlich im Probenmaterial der Ringnetzhols. Auch der nachgewiesene Neunaugenquerder fand sich in diesem Fanggerätetyp. Die Art Moderlieschen wurde nur mittels Zugnetz nachgewiesen und die Arten Bitterling, Rotfeder und Zährte nur mittels Kescher.

Mit 2.165 von insgesamt 6.116 in den Proben enthaltenen Individuen war die Art Ukelei am häufigsten vertreten (Tabelle 3.2). Mehr als die Hälfte der erfassten Individuen dieser Art machten junge Juvenile des Entwicklungsstadiums L 5 aus). Zweithäufigste Art mit 1.866 Individuen war der Zander. Bei dieser Spezies machten die sehr jungen Entwicklungsstadien (L 1 und L 2) den Großteil der Nachweise aus. Ebenfalls mit hohen Individuenzahlen fanden sich die Arten Brassen, Flussbarsch, Schwarzmundgrundel, Gründlingsverwandte (Gründling und Weissflossengründling zusammengefasst), Aland, Güster und Kaulbarsch im Probenmaterial. Von den Arten Bitterling, Karpfen, Moderlieschen, Rotfeder, Zährte und Hecht wurden nur Einzelexemplare erfasst. Das Gleiche gilt für den Nachweis des Neunaugenquerders.

Vom Aal wurden sowohl unpigmentierte Individuen (Glasaale) und pigmentierte Individuen erfasst. Sie wurden den Stadien L4 und L5 zugeordnet, obwohl sie keine Larvenstadien im eigentlichen Sinne darstellen. Beim Aal findet die Larvalentwicklung bereits während der Wanderung vom angenommenen Laichgebiet in der Sargassosee bis hin zu den europäischen Küsten statt. Bei der Schwarzmundgrundel fehlen in der Ontogenese die Entwicklungsstadien L 2 bis L 4, da die Larven nach

der Aufzehrung des Dottersackes bereits voll ausgebildete Flossen ohne Flossensäume besitzen. Neunaugenlarven (Querder) durchlaufen eine mehrjährige Larvalphase. Da das nachgewiesene Individuum nur eine geringe Totallänge aufwies und höchstwahrscheinlich im Jahr 2019 geschlüpft ist, wurde es dem Entwicklungsstadium L 2 zugeordnet.

Tabelle 3.1: Im Rahmen der Studie erfasste Fischarten und deren Auftreten unterteilt nach den eingesetzten Fanggeräten

Familie	Artname	wissenschaftliche Bezeichnung	Fanggerät		
			Ringnetz	Zugnetz	Kescher
Anguillidae	Aal	*Anguilla anguilla*	X		
Cyprinidae	Aland	*Leuciscus idus*	X	X	X
	Barbe	*Barbus barbus*	X	X	
	Bitterling	*Rhodeus amarus*			X
	Brassen	*Abramis brama*	X	X	X
	Döbel	*Squalius cephalus*	X	X	X
	Gründling	*Gobio gobio*	X	X	X
	Güster	*Blicca bjoerkna*	X	X	X
	Karpfen	*Cyprinus carpio*	X		
	Moderlieschen	*Leucaspius delineatus*		X	
	Rapfen	*Leuciscus aspius*	X	X	X
	Rotauge	*Rutilus rutilus*	X	X	X
	Rotfeder	*Scardinius erythrophthalmus*			X
	Ukelei	*Alburnus alburnus*	X	X	X
	Weissflossengründling	*Romanogobio albipinnatus*	X		
	Zährte	*Vimba vimba*			X
Esocidae	Hecht	*Esox lucius*	X		
Gasterosteidae	Dreistachliger Stichling	*Gasterosteus aculeatus*	X		X
Gobiidae	Schwarzmundgrundel	*Neogobius melanostomus*	X	X	X
Percidae	Flussbarsch	*Perca fluviatilis*	X	X	X
	Kaulbarsch	*Gymnocephalus cernua*	X		
	Zander	*Sander lucioperca*	X	X	X
Petromyzontidae	Querder	*Ammocoetes*	X		
Gesamt		23	19	13	15

Von den Arten Aland, Brassen, Güster, Rapfen, Ukelei, Schwarzmundgrundel und Zander konnten alle Entwicklungsstadien nachgewiesen werden. Die Art Döbel und die Gründlingsverwandten wurden mit den Entwicklungsstadien L 2 bis L 5 erfasst, Individuen dieser Arten im Dottersackstadium waren nicht im Probenmaterial enthalten.

Beim Schlupf sind insbesondere die Individuen der nachgewiesenen Arten der Familie Percidae (Flussbarsch, Kaulbarsch und Zander) relativ klein. Dies spiegelte sich in den geringen Längen der erfassten Dottersacklarven dieser Spezies (minimal 4,0 mm beim Kaulbarsch, 4,5 mm beim Zander und 5,0 mm beim Flussbarsch) wieder (Tabelle 3.3). Andere Arten sind beim Schlupf bereits deutlich größer. Die kleinsten erfassten Rapfen in einem frühen Dottersackstadium hatten bereits eine Länge von 8,0 mm, bei Aland und Schwarzmundgrundel lag die minimale Länge bei 6,5 mm. Die erfassten Karpfen, Rotaugen und Ukelei im Entwicklungsstadium L 1 mit ebenfalls 6,5 mm Länge hatten ihren Dottersack bereits weitgehend aufgezehrt.

Tabelle 3.2: Erfasste Individuenzahlen der Fischarten und deren Zuordnung zu Entwicklungsstadien nach PINDER (2001). Das Stadium juv. = juvenil steht abweichend für bereits im Vorjahr geschlüpfte Individuen

Artname	wissenschaftliche Bezeichnung	Stadium						gesamt
		L 1	L 2	L 3	L 4	L 5	juv.	
Aal	*Anguilla anguilla*				5*	8*		13
Aland	*Leuciscus idus*	25	70	38	37	13	3	186
Barbe	*Barbus barbus*			5	1			6
Bitterling	*Rhodeus amarus*					1		1
Brassen	*Abramis brama*	76	361	47	31	138	2	655
Döbel	*Squalius cephalus*		15	17	20	6		58
Gründlingsverwandte	Gobioninae		18	49	49	117		233
Güster	*Blicca bjoerkna*	2	26	18	31	91		168
Karpfen	*Cyprinus carpio*	1						1
Moderlieschen	*Leucaspius delineatus*			1				1
Rapfen	*Leuciscus aspius*	28	12	3	2	2		47
Rotauge	*Rutilus rutilus*	48	41			2		91
Rotfeder	*Scardinius erythrophthalmus*		1					1
Ukelei	*Alburnus alburnus*	3	285	235	250	1.301	91	2.165
Zährte	*Vimba vimba*			1				1
Hecht	*Esox lucius*					1		1
Dreistachliger Stichling	*Gasterosteus aculeatus*					3		3
Schwarzmundgrundel	*Neogobius melanostomus*	11**				223**	2	236
Flussbarsch	*Perca fluviatilis*	24	210	1		5		240
Kaulbarsch	*Gymnocephalus cernua*	84	57			1		142
Zander	*Sander lucioperca*	559	1.105	14	4	184		1.866
Querder	*Ammocoetes*		1***					1
gesamt								6.116

* abweichend: L 4 = Glasaal, L 5 = bereits pigmentierter Aal
** die Art Schwarzmundgrundel besitzt nach Aufzehrung des Dottersacks bereits voll ausgebildete Flossen
*** Neunaugenlarven durchlaufen eine abweichende Entwicklung

Die zeitliche Abfolge des Auftretens der Arten entsprach erwartungsgemäß im Wesentlichen den artspezifischen Laichzeiten (Abbildung 3.3). Am ersten Befischungstermin am 21.03.2019 fand sich ausschließlich ein juveniler Aland (Altersgruppe 0+) im Probenmaterial. Eine Woche später war der erste Glasaal in einer Ringnetzprobe enthalten.

Zeitgleich am 18.04. wurden die ersten Vorlarven (Entwicklungsstadium L 1) der Cypriniden Aland und Rapfen und der Perciden Flussbarsch, Kaulbarsch und Zander festgestellt. Erst deutlich später im Jahresverlauf wurden die frühen Entwicklungsstadien von Döbel, Gründlingsverwandten, Güster, Karpfen, Rotfeder, Ukelei und Schwarzmundgrundel nachgewiesen.

Bei einzelnen Arten war das Auftreten auch der frühen Entwicklungsstadien bis L 3 über einen deutlich längeren Zeitraum festzustellen als bei anderen Spezies. Zu nennen sind hier insbesondere Döbel, Ukelei und Schwarzmundgrundel. Von der Schwarzmundgrundel wurden selbst gegen Ende des Untersuchungszeitraumes noch Individuen im Dottersackstadium festgestellt. Auch vom Zander wurden über einen sehr langen Zeitraum Frühlarven (Entwicklungsstadium L 2) gefangen. Außerdem fand sich ein Individuum des Entwicklungsstadiums L 5 mit vergleichbar geringer Länge deutlich später im Jahr als die weiteren Individuen der Art mit ähnlichen Längen.

Zum Ende des Untersuchungszeitraumes wurden außer bei den Arten Ukelei (noch einige Individuen des Entwicklungsstadiums L 4) und Schwarzmundgrundel nur noch voll entwickelte junge Juvenile (L 5) nachgewiesen.

Tabelle 3.3: Erfasste Längenspektren der Entwicklungsstadien nach PINDER (2001) für alle nachgewiesenen Arten

Artname	wissenschaftliche Bezeichnung	Entwicklungsstadium (Längenspektrum in mm)				
		L 1	L 2	L 3	L 4	L 5
Aal	*Anguilla anguilla*				62,0 - 69,0	ab 75,0
Aland	*Leuciscus idus*	6,5 - 8,5	9,0 - 13,5	11,5 - 15,5	14,5 - 18,5	ab 17,5
Barbe	*Barbus barbus*			12,5	14,0	
Bitterling	*Rhodeus amarus*					13,0
Brassen	*Abramis brama*	4,5 - 7,0	6,0 - 9,5	9,0 - 13,0	11,5 - 20,5	ab 17,0
Döbel	*Squalius cephalus*		7,0 - 10,5	8,5 - 12,5	11,5 - 18,5	ab 17,0
Gründlingsverwandte	Gobioninae		6,0 - 9,0	6,5 - 11,5	9,0 - 13,5	ab 9,5
Güster	*Blicca bjoerkna*	5,5	6,0 - 10,5	8,0 - 12,5	10,5 - 18,0	ab 14,5
Karpfen	*Cyprinus carpio*	6,5				
Moderlieschen	*Leucaspius delineatus*			11,5		
Rapfen	*Leuciscus aspius*	8,0 - 9,0	9,5 - 13,0	16,0 - 17,0	19,0 - 23,0	ab 23,0
Rotauge	*Rutilus rutilus*	6,5 - 7,0	6,5 - 9,5			ab 40,0
Rotfeder	*Scardinius erythrophthalmus*		7,0			
Ukelei	*Alburnus alburnus*	6,5	6,0 - 9,5	7,5 - 12,5	10,5 - 17,0	ab 14,0
Zährte	*Vimba vimba*			14,0		
Hecht	*Esox lucius*					45,0
Dreistachliger Stichling	*Gasterosteus aculeatus*					ab 19,0
Schwarzmundgrundel	*Neogobius melanostomus*	6,5 - 8,0				ab 7,5
Flussbarsch	*Perca fluviatilis*	5,0 - 6,0	6,0 - 11,0	12,5		ab 24,0
Kaulbarsch	*Gymnocephalus cernua*	4,0 - 6,0	5,0 - 7,5			55,0
Zander	*Sander lucioperca*	4,5 - 7,0	6,0 - 12,0	11,0 - 13,0	16,5 - 17,0	ab 17,0
Querder	*Ammocoetes*		26,5			

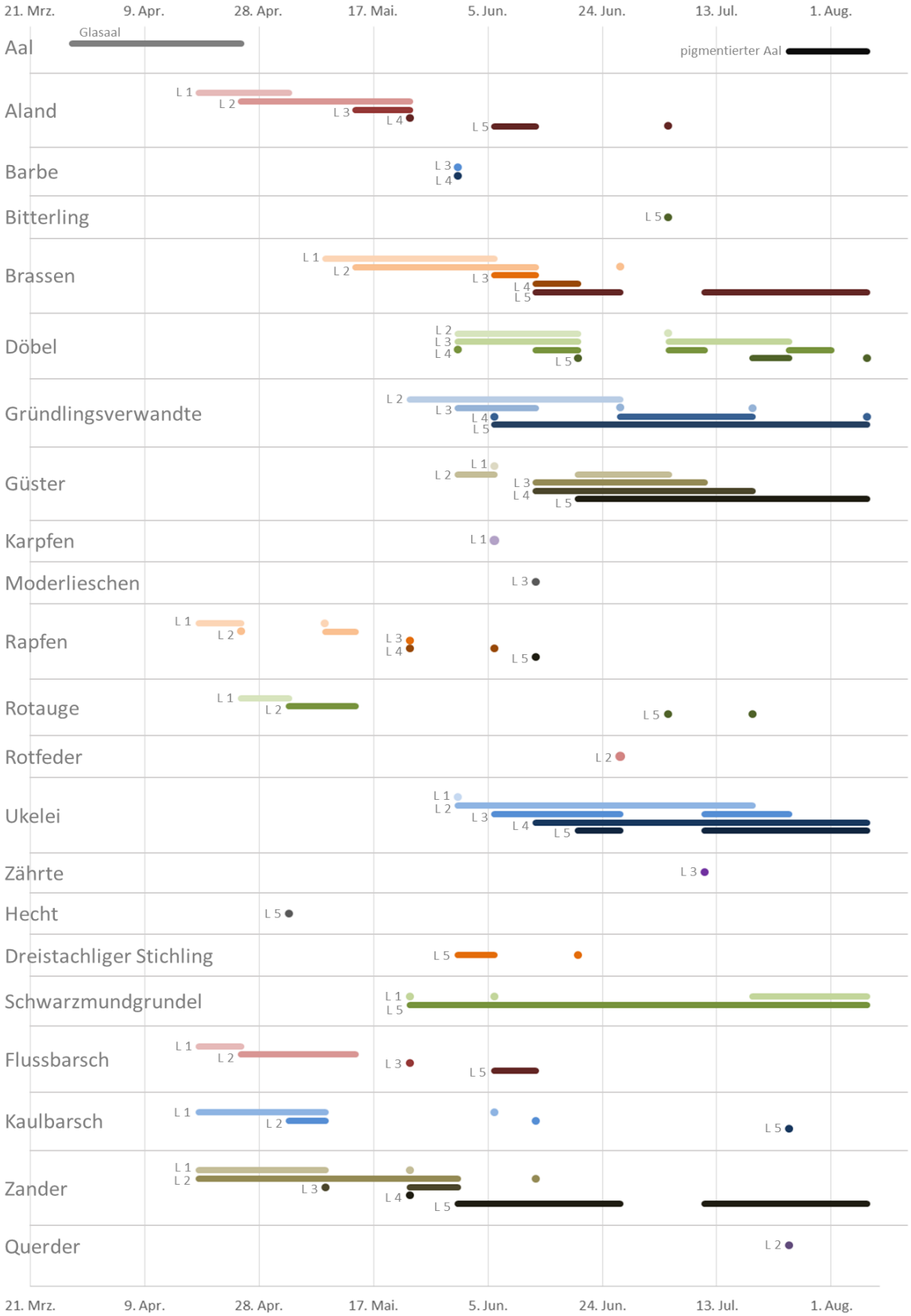


Abbildung 3.3: Zeiträume des Auftretens der unterschiedlichen Entwicklungsstadien aller nachgewiesenen Arten im Untersuchungszeitraum. Bei Punkten wurde das jeweilige Entwicklungsstadium am vorangegangenen und nachfolgenden Termin nicht erfasst

Die bei den Ringnetzhols eines Fangtages festgestellten mittleren Individuendichten im Zeitraum vom 21.03. bis 07.08.2019 variierten zwischen 0,01 und 38,78 Individuen je 100 m^3 befischten Volumens (Abbildung 3.4). Die höchste in einem Einzelhol festgestellte Dichte lag bei 180,05 Individuen je 100 m^3. Im Mittel aller Befischungstermine lag die Individuendichte bei 8,93 Individuen je 100 m^3. Ausgehend von sehr niedrigen Werten im März stieg die Individuendichte bedingt durch das zahlreiche Erscheinen von Percidenlarven etwa ab Mitte April stark an, bis sie am 03.05. ihr Maximum erreichte. Danach sank sie zunächst auf ein geringes Niveau, bis sie etwa Ende Juni noch einmal auf bis zu ca. 25 Individuen je 100 m^3 anstieg. Dieser zweite Peak beruhte vor allem auf dem vermehrten Auftreten von unterschiedlichen Entwicklungsstadien der Art Ukelei.

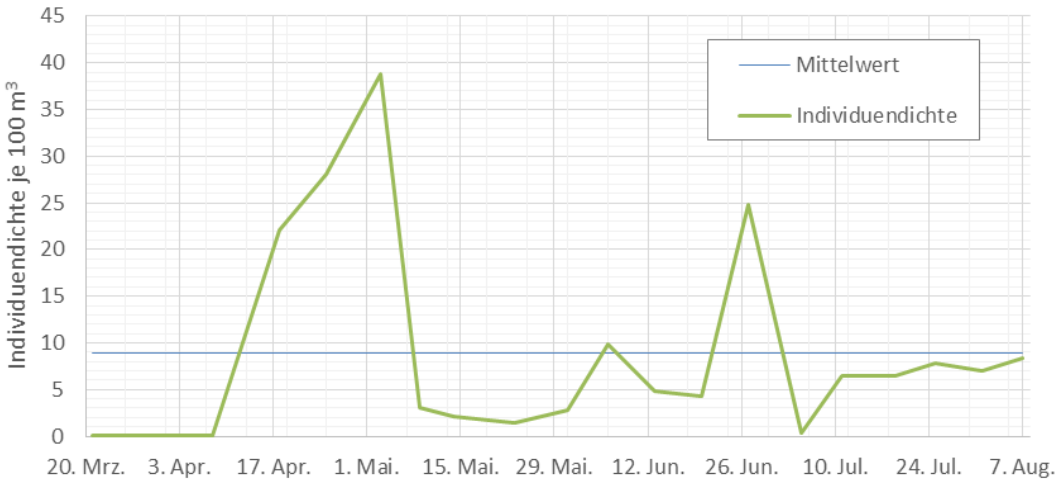


Abbildung 3.4: Mittlere Individuendichten der je Befischungstermin durchgeführten Ringnetzhols im Verlauf des Untersuchungszeitraumes. Die blaue Linie gibt den Mittelwert aller Termine an

Die bei den Zugnetzhols im Zeitraum vom 14.05. bis 07.08.2019 festgestellten Individuendichten variierten zwischen 5,00 und 178,33 Individuen je 100 m^3 (Abbildung 3.5). Im Mittel aller Befischungstermine lag die Individuendichte mit 71,00 Individuen je 100 m^3 deutlich höher als bei den Ringnetzhols. Zwischen den einzelnen Terminen schwankte die Individuendichte stark. Der erste Peak am 23.05. war insbesondere auf den Fang zahlreicher juveniler Ukelei der Altersgruppe 0+ (im Vorjahr geschlüpft) zurückzuführen. Mitte und Ende Juni waren die Individuendichten überdurchschnittlich hoch, da vermehrt verschiedene Entwicklungsstadien von Ukelei und Gründlingsverwandten erfasst wurden. Das Maximum der Fänge wurde erst gegen Ende Juli erreicht. Zu diesem Zeitpunkt dominierten junge juvenile Ukelei des Entwicklungsstadiums L 5 den Fang.

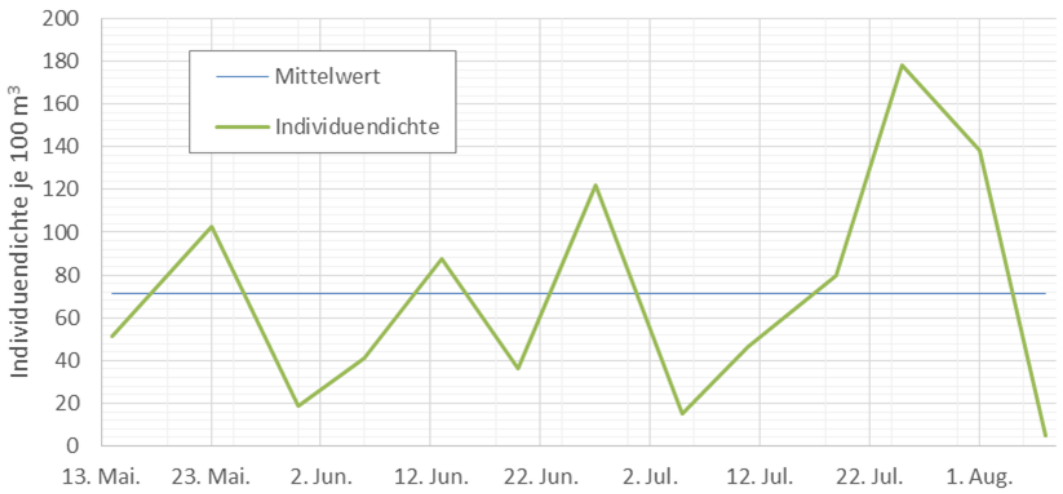


Abbildung 3.5: Individuendichten der durchgeführten Zugnetzhols im Verlauf des Untersuchungszeitraumes. Die blaue Linie gibt den Mittelwert aller Termine an

Die bei den Kescherhols vom 09.05. bis 07.08.2019 festgestellten Individuendichten variierten zwischen 21,22 und 1.343,98 Individuen je 100 m³ (Abbildung 3.6). Im Mittel aller Befischungstermine lag die Individuendichte mit 310,29 Individuen je 100 m³ noch deutlich höher als bei den Zugnetzhols. Der erste große Peak in der Fischlarvendichte am 06.06. war größtenteils auf zahlreiche Individuen von Brassen (L 1 und L 2) und Aland (L 4 und L 5) zurückzuführen. Der zweite große Peak am 27.06. beruhte überwiegend auf dem Fang von zahlreichen Ukelei des frühen Entwicklungsstadiums L 2.

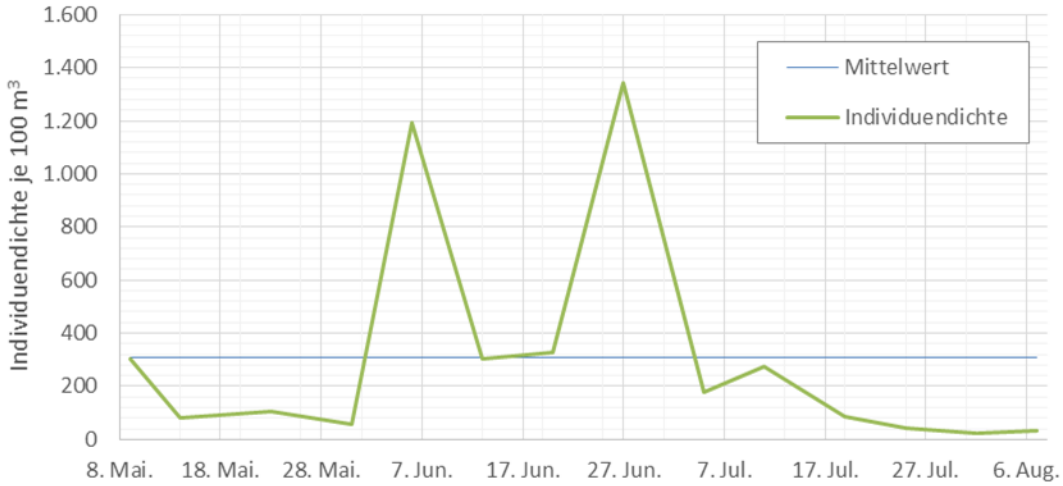


Abbildung 3.6: Individuendichten der durchgeführten Kescherhols im Verlauf des Untersuchungszeitraumes. Für die zwei Kescherhols am 09.05.2019 wurde ein Mittelwert gebildet. Die blaue Linie gibt den Mittelwert aller Termine an.

Bei den Ringnetzhols ergaben sich hinsichtlich der Individuendichte erhebliche Unterschiede zwischen den Positionen Ufernah, Mitte und Uferfern (Abbildung 3.7). Das Maximum auf der Position Ufernah lag bei 101,87 Individuen je 100 m³, auf der Position Mitte wurden bis zu 50,66 Individuen je 100 m³ und auf der Position Uferfern bis zu 19,21 Individuen je 100 m³ erreicht. Bis auf wenige Ausnahmen lag die für die Position Ufernah ermittelte Individuendichte immer über derjenigen für die Position Mitte und die für die Position Mitte ermittelte Individuendichte immer über derjenigen für die Position Uferfern.

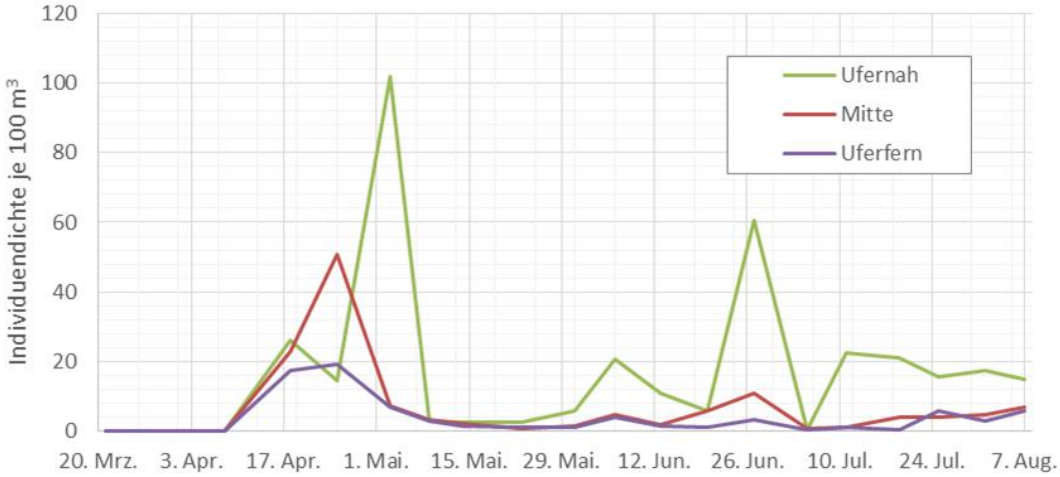


Abbildung 3.7: Mittlere Individuendichten der je Befischungstermin durchgeführten Ringnetzhols an den Positionen Ufernah, Mitte und Uferfern im Verlauf des Untersuchungszeitraumes

Bei Betrachtung der im Mittel bei den Ringnetzhols tagsüber und nachts erfassten Individuendichten sind ebenfalls deutliche Unterschiede erkennbar (Abbildung 3.8). Das Maximum tagsüber lag bei 29,41 Individuen je 100 m³, nachts wurden bis zu 63,33 Individuen je 100 m³ erreicht. Bis auf die Befischungstermine am 18.04. und 25.04.2019 lag die für nachts ermittelte Individuendichte immer über der für tagsüber ermittelten Individuendichte. Ab dem 05.07. wurden tagsüber kaum mehr Fischlarven und junge Juvenile nachgewiesen.

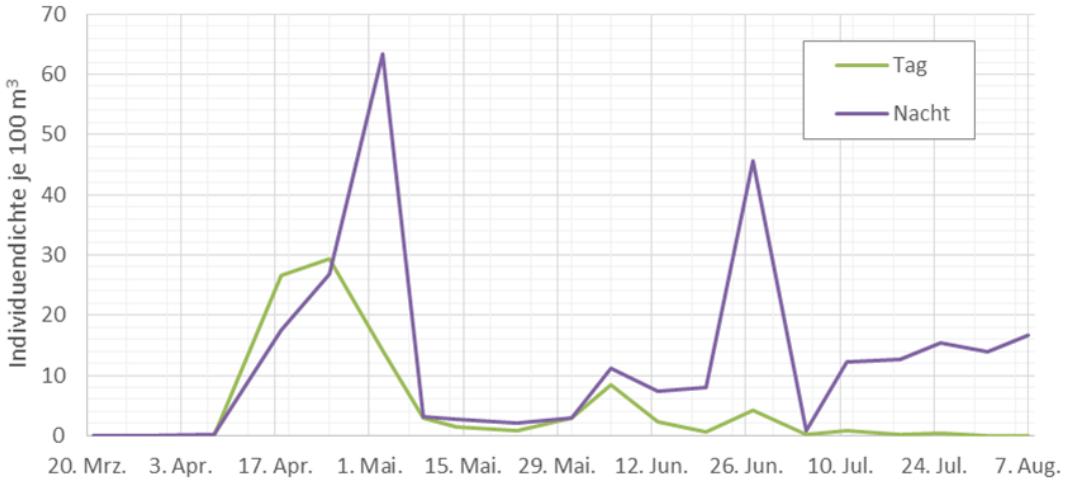


Abbildung 3.8: Mittlere Individuendichten der je Befischungstermin tagsüber und nachts durchgeführten Ringnetzhols im Verlauf des Untersuchungszeitraumes

4 Diskussion und Fazit

Die 2019 beim Pumpspeicherkraftwerk Geesthacht in der Elbe eingesetzten Fanggeräte haben sich hinsichtlich der Erfassung von frühen Lebensstadien der Fische gut ergänzt. Einige Arten waren besonders im unmittelbaren Uferbereich zu finden und wären ohne den zusätzlichen Einsatz des Zugnetzes und des Keschers, mit dem auch Schilfbestände direkt befischt werden konnten, nicht gefangen worden.

Mit 22 Fischarten und einer Neunaugenart konnte das Artenspektrum des Fischlarvenaufkommens im untersuchten Bereich der Mittelelbe umfangreich abgebildet werden. Bei den jährlichen Fischbestandserhebungen im Abschnitt der Elbe zwischen Geesthacht und Lauenburg mittels Elektrofischerei und Stellnetzen wurden im September 2019 insgesamt 26 Fischarten nachgewiesen (LSFV-SH 2019). Von diesen Arten wurden bei den Larvenbefischungen mittels Ringnetz, Zugnetz und Kescher nur der Hasel, die Kesslergrundel, die Quappe, der Steinbeißer und die Zope nicht erfasst. Hasel und Zope kamen aber auch nur als Einzelexemplare vor, und der Verbreitungsschwerpunkt der Kesslergrundel beschränkt sich aktuell auf den Gewässerabschnitt direkt stromauf von Schleuse und Wehr und damit stromab von den befischten Stationen.

Die Reproduktion der Quappe fiel möglicherweise im Winter 2018/2019 zu gering aus, um mit dem gefilterten Volumen die driftenden Larven der Art erfassen zu können. Die Nachweise des Steinbeißers bei den Elektrobefischungen konzentrierten sich im Bereich des Lauenburger Yachthafens, dort finden sich auch Makrophytenbestände zur Reproduktion der phytophilen Art. Aber auch in den sandigen Bereichen der Buhnenfelder werden, wenn auch nur in geringeren Individuendichten, regelmäßig Steinbeißer gefangen. Möglicherweise wurden die Larven von Steinbeißern nicht erfasst, da sie sich nicht verdriften lassen und die Laichhabitate selbst nicht unmittelbar befischt wurden. Oder die Larven sind auch dort aufgrund ihrer Affinität zum Substrat nur schwer zu erfassen. Der Nachweis von Larven der Art Barbe stellte insoweit eine Überraschung dar, dass diese Art dort bisher nur bei den jährlichen Fischbestandserhebungen in den Jahren 2013-2015 erfasst wurde. Daher wurde angenommen, dass die Spezies zwar regelmäßig vorkommt, aber im befischten Gewässerabschnitt nicht reproduziert. Der Nachweis der Larven deutet nun doch auf ein nahegelegenes Laichgebiet hin.

Die höchste in den Ringnetzhols eines Fangtages festgestellte mittlere Larvendichte wurde am 03.05.2019 erreicht. Sie betrug ca. 39 Individuen je 100 m^3 und war damit fast doppelt so hoch wie die höchste von OESMANN (2003) in der Mittelelbe bei Schnackenburg in einer Befischungskampagne im Mittel erreichte Dichte von ca. 22 Individuen je 100 m^3. Eine starke Übereinstimmung zeigt sich im Zeitpunkt des Auftretens der höchsten Fischlarvendichten und in der Artenzusammensetzung. In beiden Fällen wurden die Maxima in der Fischlarvendichte am Anfang des Monats Mai erfasst (09.05. bis 11.05.1999 bei OESMANN 2003). Larven der Perciden, insbesondere der Art Zander, waren jeweils am häufigsten.

Deutliche Unterschiede zwischen den Ergebnissen der Hols an den unterschiedlichen Positionen Ufernah, Mitte und Uferfern und zwischen den tagsüber und nachts durchgeführten Hols zeigen, dass auch dieser Teil des Untersuchungsdesigns gut gewählt war. Die zumeist höheren Larvendichten im Uferbereich können auf eine bessere Nahrungsverfügbarkeit dort, auf eine Meidung der uferfern höheren Strömungsgeschwindigkeiten oder bei frühen Entwicklungsstadien auch auf die größere Nähe zu den Laichhabitaten hindeuten. Die besonders ab der zweiten Hälfte des Untersuchungszeitraumes nachts höheren Larvendichten könnten darauf zurückzuführen sein, dass die Tiere zu dieser Zeit im

Freiwasser nahe der Oberfläche auf Nahrungssuche gehen. Wahrscheinlich ist aber auch ein weniger ausgeprägtes Meidungsverhalten des Ringnetzes bei Nacht, insbesondere da es sich bei den gefangenen Individuen vielfach um schwimmstärkere Spätlarven und junge Juvenile handelte. Eine in der Nacht verstärkte Larven- und Jungfischdrift wird außerdem mit der Vermeidung von Prädation durch optisch orientierte Räuber in Zusammenhang gebracht (vergleichbar LECHNER ET AL. 2010). Tagsüber waren im befischten Bereich etwa ab Ende Mai sehr viele adulte Rapfen lautstark bei der Jagd nach Fischen zu beobachten. Dies hat möglicherweise zu einer tagsüber verringerten Drift von Larven geführt. Etwa ab Mitte Juli fand 2019 ein ungewöhnlich starker und mehrere Wochen anhaltender Schlupf von Büschelmücken und weiteren Dipterenarten statt, von dem auch in der lokalen Presse vielfach berichtet wurde. Die zahlreichen Larven dieser Dipteren, in den Ringnetzproben der Nachthols war mehrmals bis zu ein Liter davon, trugen vermutlich ebenfalls erheblich zu den beobachteten Verbreitungsmustern zumindest der jungen Juvenilen (Entwicklungsstadium L 5) bei.

Die mittels Zugnetz und Kescher erfassten Individuendichten im flachen Uferbereich schwankten stark von einem Fangtag zum nächsten. Dies hängt sicherlich stark mit den am jeweiligen Tag vorherrschenden Bedingungen zusammen. Beispielsweise kann starker Wellenschlag dafür sorgen, dass der unmittelbare Uferbereich von den Fischlarven verlassen wird.

Insgesamt ist die Fangeffizienz der eingesetzten Ringnetze für Vorlarven, Frühlarven und intermediäre Larven (Entwicklungsstadien L 1 bis L 3) vermutlich höher als für Spätlarven und junge Juvenile (Entwicklungsstadien L 4 und L 5). Dies betrifft vor allem die vom verankerten Boot aus bei geringen Strömungsgeschwindigkeiten durchgeführten Ringnetzhols. Nach der Umstellung auf Befischungen von fahrenden Boot war die Anzahl der erfassten Individuen der späten Entwicklungsstadien wieder etwas angestiegen. Vom verankerten Boot aus wäre zur Verbesserung der Fängigkeit für spätere Entwicklungsstadien möglicherweise auch eine Erhöhung der Maschenweite auf 1.000 µm sinnvoll. Dies ginge klar zu Lasten der Erfassung der frühen Stadien L 1 bis L 3, aber dadurch ließen sich beispielsweise die Zander in ihrer Entwicklung besser verfolgen.

Eine wichtige Aufgabe der vorliegenden Studie war die Einschätzung des Einflusses vom Pumpspeicherkraftwerk Geesthacht auf die lokalen Fischbestände. Die erlangten Erkenntnisse deuten, zusätzlich zu der bisherigen Einschätzung mit einer bestehenden Gefährdung der zahlreichen juvenilen Cypriniden (insbesondere Ukelei) im Spätsommer, besonders auf eine Gefährdung der frühen Entwicklungsstadien von Perciden (insbesondere Zander) etwa von Mitte April bis Mitte Mai hin. Zum erfassten Maximum am 03.05.2019 lag die über alle Ringnetzhols tagsüber und nachts gemittelte Dichte von Zanderlarven bei 28,73 Individuen je 100 m^3. Bei den beiden Einzelhols an diesem Datum nachts auf der Position Ufernah wurden sogar 127,32 beziehungsweise 109,13 Zanderlarven je 100 m^3 erfasst.

Die Fläche der Bucht vor dem Pumpspeicherkraftwerk (Unterwasserkanal) beträgt ca. 20.000 m^2. Wird von einer mittleren Tiefe von 6 m ausgegangen, ergibt sich ein Volumen von ca. 120.000 m^3. Dem gegenüber steht ein nutzbares Volumen des Speichersees von 3.300.000 m^3, das heißt, bei einer vollständigen Füllung des leeren Sees kommt der absolut überwiegende Teil des Wassers aus den näheren Bereichen der Stromelbe. Bei einer einzigen kompletten Füllung des Speichersees Anfang Mai könnten demnach fast 950.000 Zanderlarven vernichtet werden. Laut wasserrechtlicher Genehmigung darf das Pumpspeicherkraftwerk Geesthacht bis zu 140 m^2/s Wasser aus der Elbe entnehmen (LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT SCHLESWIG-HOLSTEIN 1958). Ein kontinuierlicher Betrieb des Kraftwerkes, bei dem das Speicherbecken nachts bei wenig Strombedarf befüllt wird und tagsüber zur

Stromproduktion abgelassen wird, wäre vermutlich mit einem erheblichen Einfluss auf die Fischbestände verbunden. Würden dagegen beispielsweise nur zwei vollständige Füllungen des Speichersees im Mai durchgeführt, wäre der Einfluss auf den Zanderbestand nur gering.

Ähnlich dem zum Schutz der zahlreichen juvenilen Cypriniden angepassten Betrieb im Spätsommer sollte daher auch im Frühjahr (April und Mai), wenn die Vor- und Frühlarven der Perciden zu erwarten sind, auf starke Pumpaktivitäten verzichtet werden. Andernfalls sind Schäden des Zanderbestandes möglich, die auch fischereiliche Ausfälle hervorrufen können. Beim Kombinationsbetrieb mit gleichzeitig laufender Pumpe und Turbine ist die Wahrscheinlichkeit des Einsaugens erheblicher Anzahlen von Fischlarven deutlich geringer.

Auch die geschützten Arten Aal, Bitterling, Neunauge, Rapfen und Weißflossengründling wurden mit der vorliegenden Untersuchung im Bereich des Pumpspeicherkraftwerkes mit ihren frühen Lebensstadien nachgewiesen. Auch von diesen Spezies werden beim Pumpbetrieb des Kraftwerkes Individuen getötet. Die Arten Weißflossengründling und Gründling konnten nur bei wenigen jungen Juvenilen mit etwas höheren Totallängen sicher getrennt werden. Die bis zur Art bestimmbaren Individuen gehörten bis auf einen Fall zur Spezies Weißflossengründling. Daher kann angenommen werden, dass auch ein Großteil der Larven von Gründlingsverwandten der Art Weißflossengründling zuzurechnen war. Möglicherweise können die beiden Arten über unterschiedliche Totallängen während der einzelnen Larvenstadien getrennt werden. Bei der Durchsicht der Proben waren große Differenzen der Längen ersichtlich. Um weitere Hinweise zur Differenzierung der Gründlingsverwandten zu bekommen, könnten beide Arten unter kontrollierten Bedingungen zum Ablaichen gebracht und die Larven aufgezogen werden.

Bei einer hypothetisch angenommenen jährlichen Wasserentnahme von 100 Mio. m^3, das entspräche ca. 30 Füllungen des Speichersees, würden ohne Jahreszeiten zu berücksichtigen und nur bei der Betrachtung der Ringnetzdaten 1.195 Neunaugenquerder, 13.147 Rapfen und 50.199 Weißflossengründlinge (bei der Annahme von 2/3 Weißflossengründlingen und 1/3 Gründlingen in den Fängen) durch das Kraftwerk eingesogen. Dabei muss klar sein, dass es sich nur um Angaben zu Larven und jungen Juvenilen handelt, aber selbstverständlich auch ältere Juvenile, Subadulte und Adulte vernichtet werden. Bei den Aalen ergäben sich rein rechnerisch 15.538 Individuen, die tatsächliche Anzahl läge jedoch vermutlich deutlich höher, da die Fangeffizienz des Ringnetzes für die schwimmstarken Tiere als gering angenommen wird. Beim Aal bedarf es zudem der Erläuterung, dass ufernah aufsteigende Glasaalschwärme extrem durch den Kraftwerksbetrieb gefährdet sind und die vorliegenden Untersuchungen hierzu keine Aussagekraft haben, weil dabei nur driftende Aale berücksichtigt wurden. Von der Art Bitterling wurde nur ein Einzelexemplar mittels Kescher erfasst. Der Verlust von vielen Individuen dieser Spezies erscheint auch dadurch unwahrscheinlich, dass Reproduktion und Larvalentwicklung eher in den angeschlossenen Bracks stattfinden und nicht im Hauptstrom.

Der mittels Ringnetz erfasste Neunaugenquerder stellt nur vordergründig eine Besonderheit dar. Dieses Entwicklungsstadium der Neunaugen wird eher dauerhaft im Sediment vergraben erwartet, wo es als Filtrierer seine Nahrung aufnimmt. Jedoch wurden auch beispielsweise bei der Untersuchung zum Aufkommen von Fischen im Kühlwasser des Kohlekraftwerkes Moorburg in Hamburg (INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOLOGIE 2017) Neunaugenquerder erfasst. Auch wenn dies noch nicht ausreichend erforscht ist, gehört der Wechsel des Aufenthaltsortes durch Drift auch bei den Larven von Neunaugen

offenkundig zur Lebensstrategie (vergleichbar MOSER ET AL. 2015). Somit sind auch diese Tiere generell durch Wasserentnahmen gefährdet.

In die Diskussion muss auch die ca. 4 km stromab gelegene Staustufe Geesthacht mit einbezogen werden. Auch durch die Passage des Wehres könnten die empfindlichen Fischlarven geschädigt beziehungsweise getötet werden. Eine Einschätzung zur Gefährdung durch die Staustufe ist jedoch zurzeit kaum möglich. Dafür fehlt Wissen zu den Driftdistanzen und -geschwindigkeiten der vorgefundenen Arten und zum Schädigungspotential durch die Wehrpassage in Abhängigkeit der jeweils durch die Tide beeinflussten Fallhöhe.

Als Fazit insgesamt muss klar zwischen der genehmigten Wasserentnahmemenge und der tatsächlich vom Pumpspeicherkraftwerk durchgeführten Entnahme unterschieden werden. Die wasserrechtliche Genehmigung in der bestehenden Form birgt sehr wohl das Potential, erhebliche Schäden für die Fischfauna auszulösen, der aktuelle Betrieb erscheint eher unbedenklich.

5 Literatur

BRÜLLKE-MARTÍ J (2014) Horizontale und saisonale Änderungen der Fischlarvenverteilung in der Elbe bei Hamburg. Diplomarbeit, Universität Hamburg, 86 S.

DRESDEN.DE (2010) Gewässersteckbrief Elbe. Umweltamt Dresden. Http://www.dresden.de, letzter Zugriff Januar 2020.

INFORMATIONSPLATTFORM UNDINE (2019) Pegel im Elbegebiet: Neu Darchau, Elbe. Http://undine.bafg.de, letzter Zugriff August 2019.

INSTITUT FÜR ANGEWANDTE ÖKOLOGIE (2017) Fischmonitoring gemäß der wasserrechtlichen Erlaubnis für das Heizkraftwerk Moorburg, Abschlussbericht Phase 3.1. Im Auftrag der Vattenfall Heizkraftwerk Moorburg GmbH, Institut für angewandte Ökologie, Kirtorf-Wahlen, 117 S.

KOBLIZKAJA AF (1981) Key for the determination of fish fry of the Volga Delta, Academije, Nauk SSSR, Moskau, 208 S. In: KOBLIZKAJA AF, JOSTEN N, THIEL R, WINKLER HM (1981) Bestimmungsbuch der Fischbrut des Süßwassers, 216 S.

LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT SCHLESWIG-HOLSTEIN (1958) Verleihungsurkunde (vierte Ausfertigung). Wasserrechtliche Genehmigung zum Betrieb des Pumpspeicherkraftwerkes Geesthacht. Landesamt für Wasserwirtschaft Schleswig-Holstein, 3 S.

LECHNER A, SCHLUDERMANN E, KECKEIS H, HUMPHRIES P, TRITTHART M (2010) Jungfischdrift in der österreichischen Donau: Taxonomische Zusammensetzung, Entwicklungsstadien und Driftdichte. Österreichs Fischerei 63, 96–100.

LSFV-SH (2019) Ergebnisse der Fischbestandserhebung in der Elbe 2019. Http://lsfv-sh.de, letzter Zugriff Januar 2020.

MÖLLER H, DIECKWISCH B (1991) Larval fish production in the tidal River Elbe 1985 - 1986. Journal of Fish Biology 38, 829–838.

MOSER ML, JACKSON AD, LUCAS MC, MUELLER RP (2015) Behaviour and potential threats to survival of migrating lamprey ammocoetes and macrophthalmia. Reviews in Fish Biology and Fisheries 25, 103–116.

OESMANN S (2003) Vertical, lateral and diurnal drift patterns of fish larvae in a large lowland river, the Elbe. Journal of Applied Ichthyology 19, 284–293.

OESMANN S (2009) Das Fischlarvenaufkommen im Bereich des Sedimentfanges bei Wedel. Auftraggeber Hamburg Port Authority, limnobios - Büro für Fisch- und Gewässerökologie, Hamburg, 46 S.

PINDER AC (2001) Keys to larval and juvenile stages of coarse fishes from fresh waters in the British Isles. Freshwater Biological Association, Scientific Publication 60, 136 S.

POWERPLANTS.VATTENFALL.COM (2020) Pumpspeicherkraftwerk Geesthacht. Http://powerplants.vattenfall.com, letzter Zugriff Januar 2020.

RAMLER D, KECKEIS H, AHNELT H (2014) Gattungsbestimmung bei Embryonal-, Larval und Juvenilstadien der Barsche (*Percidae*) und Meergrundeln (*Gobiidae*) Österreichs. Österreichs Fischerei 67, 299–307.

SCHOLTEN M (2013) Fischlarven und Jungfische in den Buhnenfeldern der mittleren Elbe - Modellierung und Prognose der Habitatverfügbarkeit. Dissertation, Universität Hamburg, 276 S.

URHO L (1996) Identification of perch (*Perca fluviatilis*), pikeperch (*Stizostedion lucioperca*) and ruffe (*Gymnocephalus cernuus*) larvae. Annales Zoologici Fennici 33, 659–667.

SCHWEVERS U, ADAM B, MAST N, GISCHKAT S, BURMESTER V (2014) Prüfung des Standes der Technik zum Schutz von Wasserlebewesen bei der Wasserentnahme durch das PSW Geesthacht. Sachverständigengutachten im Auftrag der Vattenfall Europe Generation AG, Institut für angewandte Ökologie, Kirtorf-Wahlen, 200 S.

6 Anhang

Anhang 1: Daten zu den durchgeführten Ringnetzhols. Nachts durchgeführte Hols sind grau hinterlegt. Die Befischungstiefe gibt die Oberkante des Ringnetzes an

Datum	Holnummer	Position	Befischungstiefe (m)	Wassertiefe (m)	Maschenweite (µm)	Dauer (min)	Volumen (m^3)
21.03.2019	1	Ufernah	0	1,3	780	35	990
	2	Mitte	0	3,5	500	30	428
	3	Mitte	-2	3,5	780	30	1.072
	4	Uferfern	0	3,8	780	30	1.270
	5	Uferfern	-2	3,8	780	30	1.370
	6	Mitte	0	3,5	780	20	668
	7	Mitte	-2	3,5	780	20	760
	8	Ufernah	0	1,4	780	30	716
	9	Uferfern	0	3,8	780	15	795
	10	Mitte	0	1,5	780	30	452
28.03.2019	1	Ufernah	0	1,3	500	30	264
	2	Ufernah	0	1,3	780	30	572
	3	Mitte	0	2	500	30	174
	4	Mitte	0	2	780	30	470
	5	Uferfern	0	3,8	500	20	515
	6	Uferfern	-2	3,8	780	20	738
	7	Ufernah	0	1,3	500	30	264
	8	Ufernah	0	1,3	780	30	572
	9	Mitte	0	1,2	500	30	196
	10	Mitte	0	1,2	780	30	386
	11	Uferfern	0	3,8	500	20	467
	12	Uferfern	-2	3,8	780	20	867
08.04.2019	1	Ufernah	0	1,1	500	30	147
	2	Ufernah	0	1,1	780	30	256
	3	Mitte	0	1,1	500	30	106
	4	Mitte	0	1,1	780	30	181
	5	Uferfern	0	3,9	500	30	436
	6	Uferfern	-2	3,9	780	30	1.008
	7	Ufernah	0	1,3	500	30	163
	8	Ufernah	0	1,3	780	30	496
	9	Mitte	0	1,2	500	30	61
	10	Mitte	0	1,2	780	30	206
	11	Uferfern	0	3,9	500	30	292
	12	Uferfern	-2	3,9	780	30	722
18.04.2019	1	Ufernah	0	1,5	500	30	69
	2	Ufernah	0	1,5	780	30	263
	3	Mitte	0	1,6	500	30	28
	4	Mitte	0	1,6	780	30	37
	5	Uferfern	0	3,8	500	30	124
	6	Uferfern	-2	3,8	780	30	487
	7	Ufernah	0	1,5	500	30	48
	8	Ufernah	0	1,5	780	30	247
	9	Mitte	0	1,6	500	30	76
	10	Mitte	0	1,6	780	30	205
	11	Uferfern	0	3,8	500	30	169
	12	Uferfern	-2	3,8	780	30	402

Fortsetzung Anhang 1:

Datum	Holnummer	Position	Befischungstiefe (m)	Wassertiefe (m)	Maschenweite (µm)	Dauer (min)	Volumen (m^3)
25.04.2019	1	Mitte	0	3,9	500	30	135
	2	Mitte	-2	3,9	780	30	300
	3	Ufernah	0	1,6	500	30	195
	4	Ufernah	0	1,6	780	30	240
	5	Uferfern	0	3,5	500	30	161
	6	Uferfern	-2	3,5	780	30	462
	7	Mitte	0	3,7	500	30	104
	8	Mitte	-2	3,7	780	30	321
	9	Ufernah	0	1,9	500	30	149
	10	Ufernah	0	1,9	780	30	184
	11	Uferfern	0	3,8	500	30	179
	12	Uferfern	-2	3,8	780	30	438
03.05.2019	1	Mitte	-1	2	780	30	678
	2	Mitte	0	2	780	30	709
	3	Ufernah	0	1,8	780	30	397
	4	Ufernah	0	1,8	780	30	397
	5	Uferfern	-1	2,9	780	30	781
	6	Uferfern	0	2,9	780	30	781
	7	Uferfern	-1	2,9	780	30	694
	8	Uferfern	0	2,9	780	30	709
	9	Mitte	-1	2,3	780	30	437
	10	Mitte	0	2,3	780	30	437
	11	Ufernah	0	1,8	780	30	198
	12	Ufernah	0	1,8	780	30	198
09.05.2019	1	Ufernah	0	1,6	780	30	226
	2	Ufernah	0	1,6	780	30	226
	3	Mitte	0	3,8	780	30	612
	4	Mitte	-2	3,8	780	30	465
	5	Uferfern	0	3,6	780	30	510
	6	Uferfern	-2	3,6	780	30	392
	7	Ufernah	0	1,6	780	30	254
	8	Ufernah	0	1,6	780	30	254
	9	Mitte	0	3,8	780	30	503
	10	Mitte	-2	3,8	780	30	356
	11	Uferfern	0	3,6	780	30	582
	12	Uferfern	-2	3,6	780	30	396
14.05.2019	1	Ufernah	0	1,6	780	30	254
	2	Ufernah	0	1,6	780	30	254
	3	Mitte	0	3,9	780	30	275
	4	Mitte	-2	3,9	780	30	190
	5	Uferfern	0	3,7	780	30	420
	6	Uferfern	-2	3,7	780	30	286
	7	Ufernah	0	1,8	780	30	210
	8	Ufernah	0	1,8	780	30	172
	9	Mitte	0	3,8	780	30	226
	10	Mitte	-2	3,8	780	30	126
	11	Uferfern	0	3,7	780	30	450
	12	Uferfern	-2	3,7	780	30	324

Fortsetzung Anhang 1:

Datum	Holnummer	Position	Befischungstiefe (m)	Wassertiefe (m)	Maschenweite (µm)	Dauer (min)	Volumen (m^3)
23.05.2019	1	Ufernah	0	1,9	780	30	254
	2	Ufernah	-0,5	1,9	780	30	226
	3	Mitte	0	4	780	30	313
	4	Mitte	-2	4	780	30	251
	5	Uferfern	0	3,8	780	30	414
	6	Uferfern	-2	3,8	780	30	351
	7	Ufernah	0	1,9	780	30	136
	8	Ufernah	-0,5	1,9	780	30	156
	9	Mitte	0	4,2	780	30	247
	10	Mitte	-2	4,2	780	30	219
	11	Uferfern	0	3,9	780	30	416
	12	Uferfern	-2	3,9	780	30	316
31.05.2019	1	Ufernah	0	2,1	780	30	276
	2	Ufernah	-0,5	2,1	780	30	279
	3	Mitte	0	4	780	30	389
	4	Mitte	-2	4	780	30	330
	5	Uferfern	0	3,8	780	30	739
	6	Uferfern	-2	3,8	780	30	615
	7	Ufernah	0	2,1	780	30	273
	8	Ufernah	-0,5	2,1	780	30	265
	9	Mitte	0	4,3	780	30	390
	10	Mitte	-2	4,3	780	30	322
	11	Uferfern	0	4	780	30	546
	12	Uferfern	-2	4	780	30	454
06.06.2019	1	Ufernah	0	1,8	780	30	291
	2	Ufernah	-0,5	1,8	780	30	251
	3	Mitte	0	3,8	780	30	610
	4	Mitte	-2	3,8	780	30	459
	5	Uferfern	0	3,7	780	30	792
	6	Uferfern	-2	3,7	780	30	652
	7	Ufernah	0	2	780	30	298
	8	Ufernah	-0,5	2	780	30	271
	9	Mitte	0	3,1	780	30	285
	10	Mitte	-1	3,1	780	30	304
	11	Uferfern	0	3,8	780	30	682
	12	Uferfern	-2	3,8	780	30	551
13.06.2019	1	Ufernah	0	2	780	30	215
	2	Ufernah	-0,5	2	780	30	173
	3	Mitte	0	3,9	780	30	327
	4	Mitte	-2	3,9	780	30	238
	5	Uferfern	0	4	780	30	416
	6	Uferfern	-2	4	780	30	284
	7	Ufernah	0	2	780	30	147
	8	Ufernah	-0,5	2	780	30	126
	9	Mitte	0	4,1	780	30	385
	10	Mitte	-2	4,1	780	30	296
	11	Uferfern	0	4,2	780	30	483
	12	Uferfern	-2	4,2	780	30	370

Fortsetzung Anhang 1:

Datum	Holnummer	Position	Befischungstiefe (m)	Wassertiefe (m)	Maschenweite (µm)	Dauer (min)	Volumen (m^3)
20.06.2019	1	Ufernah	0	2	780	30	269
	2	Ufernah	-0,5	2	780	30	254
	3	Mitte	0	4,1	780	30	259
	4	Mitte	-2	4,1	780	30	188
	5	Uferfern	0	3,6	780	30	424
	6	Uferfern	-2	3,6	780	30	288
	7	Ufernah	0	2	780	30	98
	8	Ufernah	-0,5	2	780	30	66
	9	Mitte	0	4	780	30	123
	10	Mitte	-2	4	780	30	162
	11	Uferfern	0	3,8	780	30	354
	12	Uferfern	-2	3,8	780	30	192
27.06.2019	1	Ufernah	0	1,2	780	30	184
	2	Ufernah	0	1,2	780	30	71
	3	Mitte	0	2	780	30	218
	4	Mitte	-0,5	2	780	30	176
	5	Uferfern	0	2,8	780	30	604
	6	Uferfern	-1	2,8	780	30	335
	7	Ufernah	0	1,8	780	30	269
	8	Ufernah	-0,5	1,8	780	30	156
	9	Mitte	0	2,1	780	30	249
	10	Mitte	-0,5	2,1	780	30	212
	11	Uferfern	0	3	780	30	551
	12	Uferfern	-1	3	780	30	397
05.07.2019	1	Uferfern	-2	3,9	780	30	69
	2	Uferfern	0	3,9	780	30	196
	3	Mitte	-2	3,7	780	30	240
	4	Mitte	0	3,7	780	30	240
	5	Ufernah	0	1,9	780	30	170
	6	Ufernah	-0,5	1,9	780	30	170
	7	Uferfern	-2	4	780	30	269
	8	Uferfern	0	4	780	30	269
	9*	Mitte	-1	3,0 - 3,9	780	25	419
	10	Ufernah	0	2	780	30	184
	11	Ufernah	-0,5	2	780	30	184
11.07.2019	1	Uferfern	-2	4,1	780	30	269
	2	Uferfern	0	4,1	780	30	269
	3*	Mitte	-1	2,8 - 3,6	780	20	338
	4*	Ufernah	-1	2,0 - 2,9	780	20	367
	5	Uferfern	-2	3,9	780	30	254
	6	Uferfern	0	3,9	780	30	254
	7*	Mitte	-1	2,8 - 3,6	780	20	449
	8*	Ufernah	-1	2,0 - 2,9	780	20	375
19.07.2019	1	Uferfern	0	3,6	780	30	254
	2	Uferfern	-2	3,6	780	30	240
	3*	Ufernah	0	1,8 - 2,5	780	20	773
	4*	Mitte	-1	2,6 - 3,2	780	20	511
	5*	Uferfern	-2	3,5 - 4,2	780	20	438
	6*	Uferfern	0	3,5 - 4,2	780	20	695
	7*	Ufernah	0	1,8 - 2,5	780	20	664
	8*	Mitte	-1	2,6 - 3,2	780	20	552

* aufgrund von geringen Strömungsgeschwindigkeiten vom fahrenden Boot aus durchgeführte Hols

Fortsetzung Anhang 1:

Datum	Holnummer	Position	Befischungstiefe (m)	Wassertiefe (m)	Maschenweite (µm)	Dauer (min)	Volumen (m^3)
25.07.2019	1*	Ufernah	0	1,8 - 2,5	780	20	651
	2*	Mitte	-1	2,6 - 3,2	780	20	569
	3*	Uferfern	-2	3,4 - 4,1	780	20	500
	4*	Uferfern	0	3,1 - 3,8	780	20	651
	5*	Ufernah	0	1,8 - 2,5	780	20	684
	6*	Mitte	-1	2,6 - 3,2	780	20	535
	7*	Uferfern	-2	3,4 - 4,1	780	20	351
	8*	Uferfern	0	3,1 - 3,8	780	20	592
01.08.2019	1*	Ufernah	0	2,0 - 2,4	780	20	807
	2*	Mitte	-1	2,9 - 3,6	780	20	521
	3*	Uferfern	-2	3,5 - 4,2	780	20	499
	4*	Uferfern	0	3,5 - 4,2	780	20	735
	5*	Ufernah	0	2,0 - 2,4	780	20	650
	6*	Mitte	-1	2,9 - 3,6	780	20	521
	7*	Uferfern	-2	3,5 - 4,2	780	20	499
	8*	Uferfern	0	3,5 - 4,2	780	20	574
07.08.2019	1*	Ufernah	0	2,0 - 2,4	780	20	618
	2*	Mitte	-1	3,0 - 3,4	780	20	497
	3*	Uferfern	-2	3,3 - 4,1	780	20	551
	4*	Uferfern	0	3,3 - 4,1	780	20	563
	5*	Ufernah	0	2,0 - 2,4	780	20	610
	6*	Mitte	-1	3,0 - 3,4	780	20	548
	7*	Uferfern	-2	3,3 - 4,1	780	20	544
	8*	Uferfern	0	3,3 - 4,1	780	20	621

* aufgrund von geringen Strömungsgeschwindigkeiten vom fahrenden Boot aus durchgeführte Hols

Anhang 2: Daten zum Probenvolumen und den durchsortierten Unterprobengrößen (UP) für die durchgeführten Ringnetzhols

Datum	Hol-nummer	Proben-volumen (ml)	UP
21.03.2019	1	800	1/6
	2	700	1/6
	3	1.000	1/10
	4	1.400	1/12
	5	2.000	1/20
	6	900	1/8
	7	900	1/8
	8	900	1/8
	9	2.000	1/16
	10	900	1/8
28.03.2019	1	400	1/4
	2	600	1/6
	3	400	1/4
	4	500	1/6
	5	600	1/6
	6	500	1/4
	7	400	1/4
	8	600	1/6
	9	400	1/6
	10	600	1/6
	11	600	1/6
	12	600	1/6
08.04.2019	1	120	1/1
	2	120	1/1
	3	150	1/1
	4	100	1/1
	5	400	1/4
	6	600	1/6
	7	250	1/2
	8	200	1/2
	9	200	1/2
	10	200	1/2
	11	250	1/2
	12	400	1/4
18.04.2019	1	150	1/2
	2	200	1/2
	3	150	1/2
	4	100	1/1
	5	350	1/4
	6	600	1/2
	7	150	1/2
	8	200	1/2
	9	200	1/2
	10	150	1/2
	11	350	1/4
	12	500	1/6

Datum	Hol-nummer	Proben-volumen (ml)	UP
25.04.2019	1	200	1/2
	2	400	1/4
	3	300	1/4
	4	200	1/2
	5	300	1/4
	6	500	1/6
	7	300	1/4
	8	600	1/6
	9	200	1/2
	10	200	1/2
	11	400	1/4
	12	600	1/6
03.05.2019	1	600	1/4
	2	400	1/4
	3	300	1/3
	4	400	1/4
	5	600	1/4
	6	600	1/6
	7	600	1/6
	8	600	1/6
	9	400	1/4
	10	400	1/4
	11	250	1/4
	12	250	1/1
09.05.2019	1	40	1/1
	2	50	1/1
	3	200	1/2
	4	300	1/3
	5	400	1/4
	6	400	1/4
	7	150	1/2
	8	130	1/2
	9	200	1/2
	10	300	1/3
	11	400	1/4
	12	400	1/4
14.05.2019	1	30	1/1
	2	40	1/1
	3	100	1/1
	4	200	1/2
	5	200	1/2
	6	500	1/4
	7	30	1/1
	8	40	1/1
	9	80	1/1
	10	100	1/1
	11	200	1/2
	12	300	1/2

Fortsetzung Anhang 2:

Datum	Hol-nummer	Proben-volumen (ml)	UP
23.05.2019	1	50	1/1
	2	50	1/1
	3	100	1/1
	4	100	1/1
	5	200	1/2
	6	250	1/2
	7	100	1/1
	8	100	1/1
	9	150	1/2
	10	150	1/2
	11	200	1/2
	12	250	1/2
31.05.2019	1	50	1/1
	2	100	1/1
	3	200	1/2
	4	300	1/2
	5	500	1/4
	6	800	1/5
	7	100	1/1
	8	150	1/2
	9	200	1/2
	10	300	1/3
	11	500	1/4
	12	800	1/5
06.06.2019	1	100	1/1
	2	100	1/1
	3	200	1/1
	4	400	1/2
	5	400	1/1
	6	600	1/1
	7	100	1/1
	8	100	1/1
	9	150	1/1
	10	200	1/1
	11	500	1/1
	12	800	1/1
13.06.2019	1	30	1/1
	2	50	1/1
	3	50	1/1
	4	80	1/1
	5	150	1/1
	6	300	1/1
	7	50	1/1
	8	70	1/1
	9	100	1/1
	10	100	1/1
	11	130	1/1
	12	250	1/1

Datum	Hol-nummer	Proben-volumen (ml)	UP
20.06.2019	1	10	1/1
	2	15	1/1
	3	15	1/1
	4	15	1/1
	5	20	1/1
	6	100	1/1
	7	10	1/1
	8	10	1/1
	9	20	1/1
	10	30	1/1
	11	30	1/1
	12	100	1/1
27.06.2019	1	10	1/1
	2	20	1/1
	3	30	1/1
	4	80	1/1
	5	250	1/1
	6	600	1/2
	7	100	1/1
	8	120	1/1
	9	50	1/1
	10	150	1/1
	11	400	1/1
	12	1.000	1/1
05.07.2019	1	15	1/1
	2	15	1/1
	3	10	1/1
	4	20	1/1
	5	10	1/1
	6	10	1/1
	7	25	1/1
	8	15	1/1
	9	20	1/1
	10	50	1/1
	11	20	1/1
11.07.2019	1	10	1/1
	2	5	1/1
	3	10	1/1
	4	40	1/1
	5	150	1/1
	6	10	1/1
	7	150	1/1
	8	200	1/1

Fortsetzung Anhang 2:

Datum	Hol-nummer	Proben-volumen (ml)	UP
19.07.2019	1	10	1/1
	2	15	1/1
	3	400	1/1
	4	150	1/1
	5	150	1/1
	6	150	1/1
	7	200	1/1
	8	300	1/1
25.07.2019	1	100	1/1
	2	50	1/1
	3	100	1/1
	4	50	1/1
	5	200	1/1
	6	300	1/1
	7	1.000	1/1
	8	400	1/1
01.08.2019	1	50	1/1
	2	50	1/1
	3	30	1/1
	4	50	1/1
	5	300	1/1
	6	800	1/1
	7	1.000	1/1
	8	1.000	1/1
07.08.2019	1	200	1/1
	2	50	1/1
	3	50	1/1
	4	200	1/1
	5	400	1/1
	6	500	1/1
	7	500	1/1
	8	300	1/1

Anhang 3: Daten zu den durchgeführten Zugnetzhols. Die Maschenweite betrug durchgehend 780 µm

Datum	mittlere Wassertiefe (m)	Streckenlänge (m)	Volumen (m^3)
14.05.2019	0,4	100	80
23.05.2019	0,4	100	80
31.05.2019	0,4	100	80
06.06.2019	0,4	100	80
13.06.2019	0,4	100	80
20.06.2019	0,4	100	80
27.06.2019	0,3	30	18
05.07.2019	0,3	100	60
11.07.2019	0,3	100	60
19.07.2019	0,3	100	60
25.07.2019	0,3	100	60
01.08.2019	0,3	100	60
07.08.2019	0,3	100	60

Anhang 4: Daten zu den durchgeführten Kescherhols. Die Maschenweite betrug durchgehend 780 µm

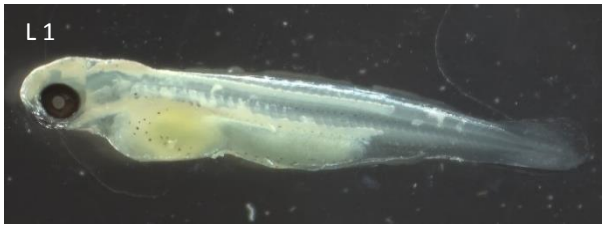
Datum	maximale Wassertiefe (m)	Streckenlänge (m)	Volumen (m^3)
09.05.2019	0,5	50	6,28
09.05.2019	0,5	50	6,28
14.05.2019	0,5	100	12,57
23.05.2019	0,5	100	12,57
31.05.2019	0,5	100	12,57
06.06.2019	0,5	100	12,57
13.06.2019	0,4	100	12,57
20.06.2019	0,4	100	12,57
27.06.2019	0,3	30	2,83
05.07.2019	0,3	100	9,42
11.07.2019	0,3	100	9,42
19.07.2019	0,3	100	9,42
25.07.2019	0,3	100	9,42
01.08.2019	0,3	100	9,42
07.08.2019	0,2	100	6,28

Anhang 5: Abbildungen der nachgewiesenen Entwicklungsstadien aller erfassten Arten

Aal

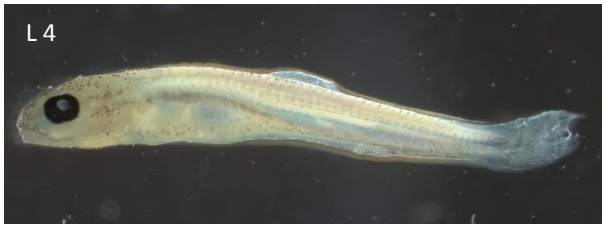
Links Glasaal vom 28.03. und rechts bereits voll pigmentierter Aal vom 01.08.2019

Aland



Von oben links nach unten: Aland im Entwicklungsstadium L 1 mit 6,5 mm vom 18.04., L 2 mit 11,0 mm vom 03.05., L 3 mit 16,0 mm und L 4 mit 17,5 mm vom 23.05.2019 und L 5 mit 22,0 mm vom 13.06.2019

Barbe

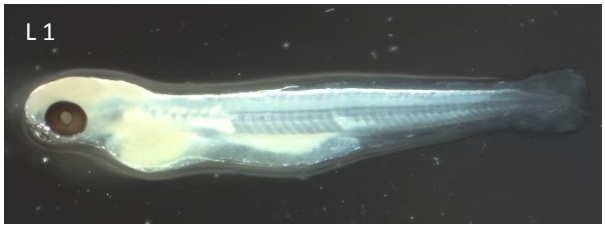


Links Barbe im Entwicklungsstadium L 3 mit 12,5 mm und rechts L 4 mit 14,0 mm, beide vom 31.05.2019

Bitterling

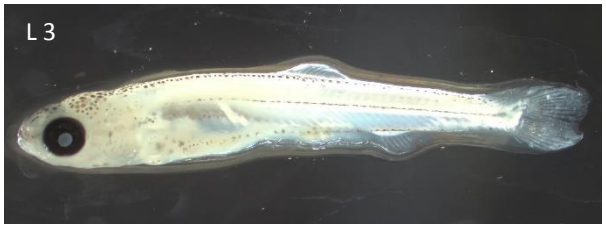
Bitterling im Entwicklungsstadium L 5 mit 13,0 mm vom 05.07.2019

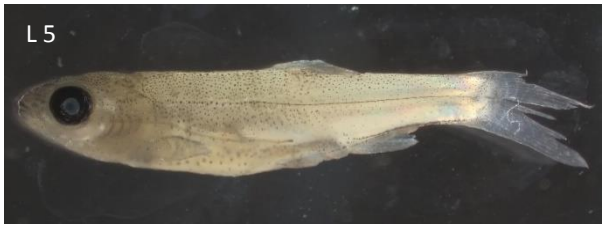
Brassen



Von oben links nach unten: Brassen im Entwicklungsstadium L 1 mit 5,5 mm und L 2 mit 7,5 mm vom 06.06., L 3 mit 10,0 mm vom 13.06., L 4 mit 18,0 mm vom 20.06. und L 5 mit 21,5 mm vom 27.06.2019

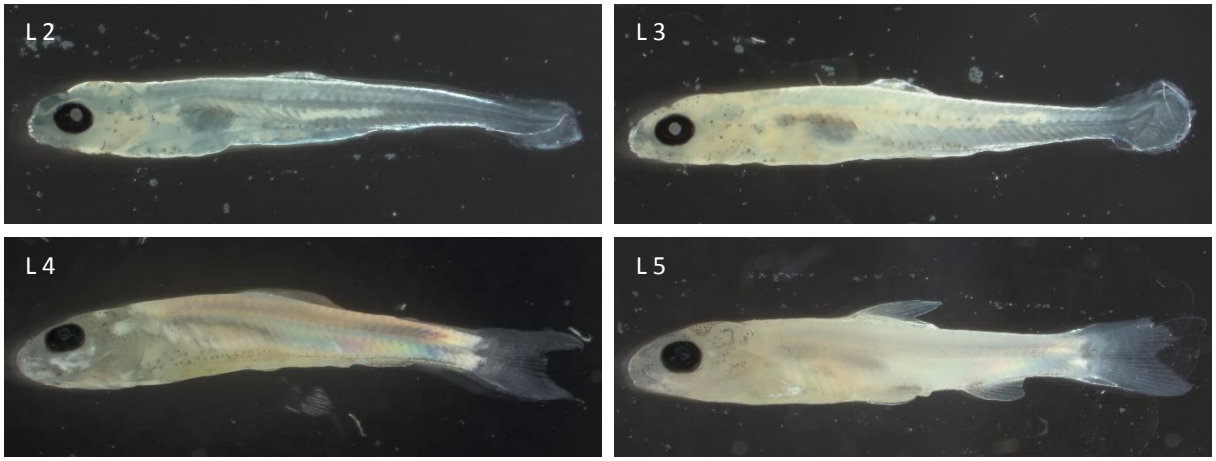
Döbel





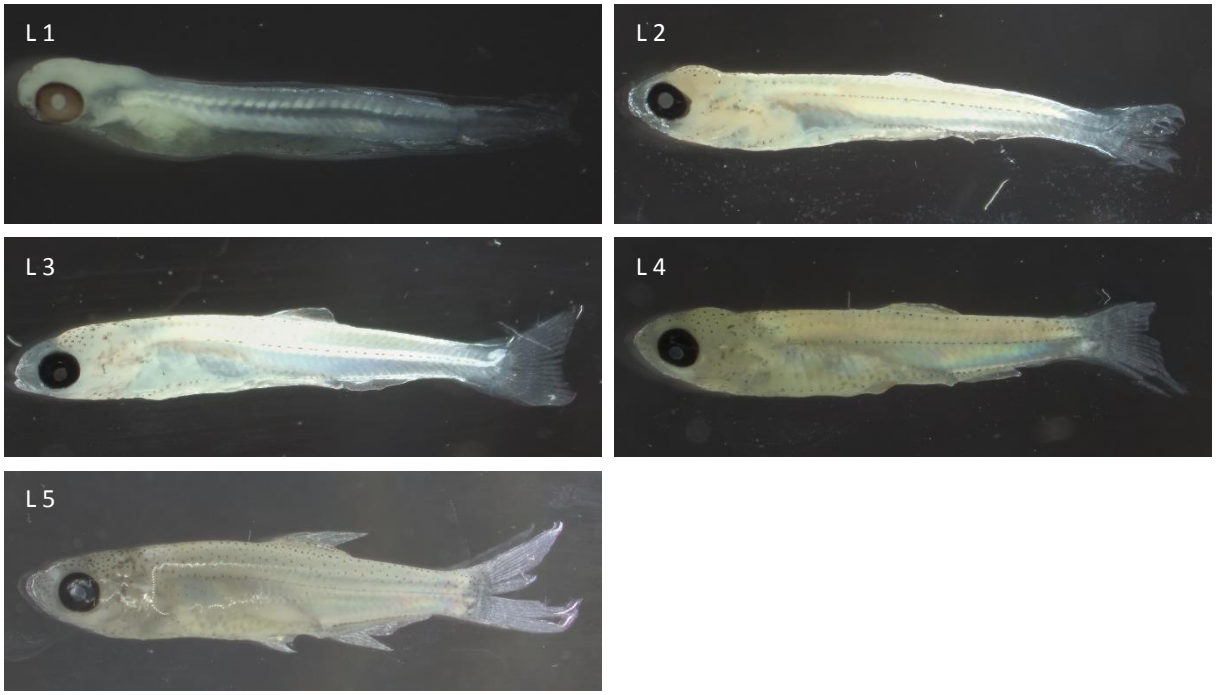
Von oben links nach unten rechts: Döbel im Entwicklungsstadium L 2 mit 9,0 mm vom 20.06., L 3 mit 11,5 mm vom 13.06., L 4 mit 15,5 mm vom 11.07. und L 5 mit 19,0 mm vom 25.07.2019

Gründlingsverwandte



Von oben links nach unten rechts: Gründlingsverwandte im Entwicklungsstadium L 2 mit 6,5 mm und L 3 mit 8,5 mm vom 27.06., L 4 mit 12,5 mm vom 07.08. und L 5 mit 16,5 mm vom 27.06.2019

Güster



Von oben links nach unten: Güster im Entwicklungsstadium L 1 mit 5,5 mm vom 06.06., L 2 mit 9,5 mm vom 05.07., L 3 mit 10,5 mm vom 11.07., L 4 mit 11,5 mm und L 5 mit 17,5 mm vom 19.07.2019

Karpfen

Karpfen im Entwicklungsstadium L 1 mit 6,5 mm vom 06.06.2019

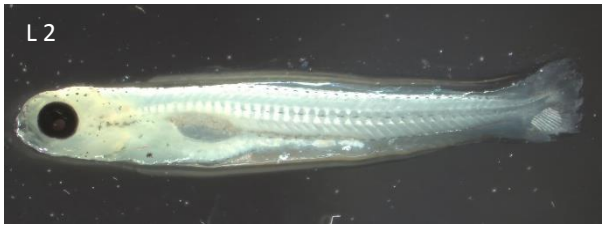
Moderlieschen

Moderlieschen im Entwicklungsstadium L 3 mit 11,5 mm vom 13.06.2019

Rapfen

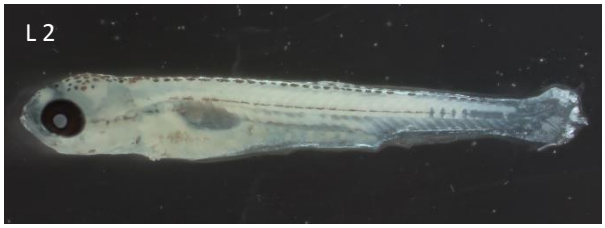
Von oben links nach unten: Rapfen im Entwicklungsstadium L 1 mit 8,0 mm vom 18.04., L 2 mit 12,0 mm vom 14.05., L 3 mit 16,5 mm vom 23.05., L 4 mit 18,5 mm vom 22.05. und L 5 mit 23,0 mm vom 13.06.2019

Rotauge



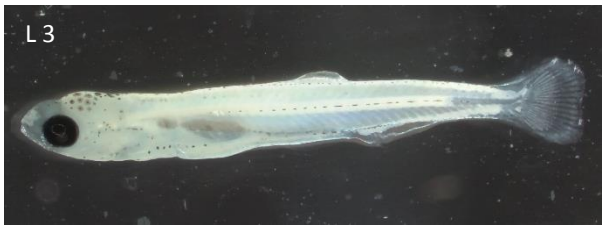
Links Rotauge im Entwicklungsstadium L 1 mit 6,5 mm vom 25.04. und rechts L 2 mit 8,5 mm vom 14.05.2019, die erfassten Individuen im Entwicklungsstadium L 5 wurden während der Befischungen ohne Aufnahme zurückgesetzt

Rotfeder



Rotfeder im Entwicklungsstadium L 2 mit 7,0 mm vom 27.06.2019

Ukelei



Von oben links nach unten: Ukelei im Entwicklungsstadium L 1 mit 6,5 mm vom 31.05., L 2 mit 7,5 mm vom 11.07., L 3 mit 11,0 mm vom 19.07., L 4 mit 11,5 mm und L 5 mit 21,5 mm vom 25.07.2019

Zährte

Zährte im Entwicklungsstadium L 3 mit 14,0 mm vom 11.07.2019

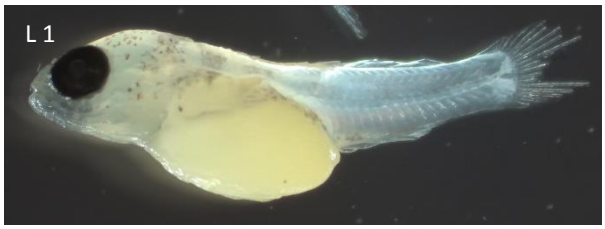
Hecht

Hecht im Entwicklungsstadium L 5 mit 45,0 mm vom 03.05.2019

Dreistachliger Stichling

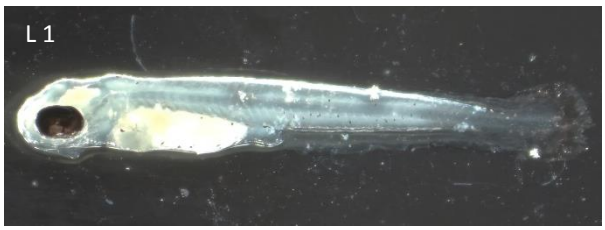
Dreistachliger Stichling im Entwicklungsstadium L 5 mit 19,0 mm vom 20.06.2019

Schwarzmundgrundel



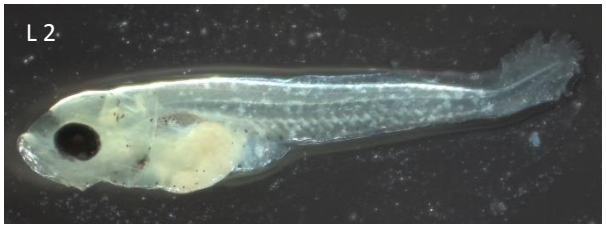
Links Schwarzmundgrundel im Entwicklungsstadium L 1 mit 7,0 mm vom 06.06. und rechts L 5 mit 19,5 mm vom 19.07.2019

Flussbarsch



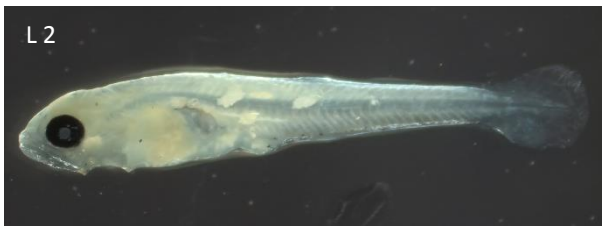
Von oben links nach unten rechts: Flussbarsch im Entwicklungsstadium L 1 mit 6,0 mm vom 18.04., L 2 mit 9,5 mm vom 14.05., L 3 mit 12,5 mm vom 23.05. und L 5 mit 25,5 mm vom 13.06.2019

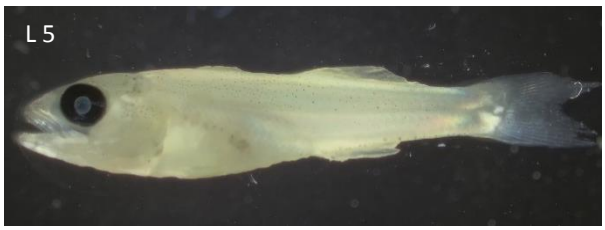
Kaulbarsch



Links Kaulbarsch im Entwicklungsstadium L 1 mit 4,0 mm vom 25.04. und rechts L 2 mit 6,0 mm vom 09.05.2019

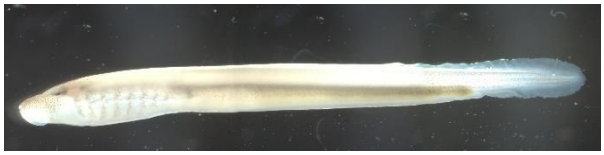
Zander





Von oben links nach unten: Zander im Entwicklungsstadium L 1 mit 4,5 mm vom 25.04., L 2 mit 8,0 mm und L 3 mit 11,0 mm vom 31.05., L 4 mit 16,5 mm vom 22.05. und L 5 mit 22,0 mm vom 06.06.2019

Neunaugenquerder



Neunaugenquerder mit 26,5 mm vom 25.07.2019