

Nahrungswahl der Quappe (*Lota lota*) nach der Invasion der Schwarzmundgrundel (*Neogobius melanostomus*) in der unteren Oder

Erschienen in:

Nationalpark-Jahrbuch Unteres Odertal (17 / II), 116-126

1. Einleitung

Die Schwarzmundgrundel (*Neogobius melanostomus*) ist aktuell die sich am schnellsten ausbreitende nicht einheimische Fischart im Netz der Bundeswasserstraßen (SCHOMAKER & WOLTER 2014, RABITSCH et al. 2015). Etablierte, nicht einheimische Arten können potenziell invasiv werden, d.h. einheimische Arten oder deren Lebensräume beeinträchtigen. Heute werden sog. biologische Invasionen als eine der Hauptursachen für den Verlust von Biodiversität diskutiert (DIDHAM et al. 2005, VILLÉGER et al. 2011). Gerade rasant zunehmende und sich schnell ausbreitende Arten, wie die Schwarzmundgrundel, haben das Potenzial, invasiv zu werden (HIRSCH et al. 2015, RABITSCH et al. 2015, CERWENKA et al. 2018). Bei Fischen und insbesondere in erheblich beeinträchtigten Gewässern, wie den Bundeswasserstraßen, ist es allerdings sehr schwer und häufig widersprüchlich, die Invasivität einer Art tatsächlich zu belegen (WOLTER & RÖHR 2010, HIRSCH et al. 2015). Aus diesem Grund wurde die Ausbreitung der Schwarzmundgrundel in der unteren Oder seit ihrem Erstauftreten im Herbst 2013 sehr intensiv wissenschaftlich untersucht, um mögliche Auswirkungen auf einheimische Arten zu erfassen (SCHOMAKER & WOLTER 2014, SCHOMAKER et al. 2015, BROSE et al. 2016).

Neben umfangreichen Vorarbeiten zur Fischgemeinschaftsstruktur der unteren Oder (WOLTER & BISCHOFF 2001, WOLTER & FREYHOF 2004, 2005) wurden zahlreiche Einzeluntersuchungen zu Jungfischauftreten (BISCHOFF 2002), Temperatureinfluss (WOLTER 2007) und z.B. zur Nahrungswahl der Quappe (NAGEL 2004, NAGEL et al. 2011) durchgeführt, die es erlauben sollten, den möglichen Einfluss der neu eingewanderten Schwarzmundgrundel herauszuarbeiten.

Schwarzmundgrundeln besiedeln in hohen Individuendichten bevorzugt die mit Blocksteinwurf gesicherten Ufer, wo sie im Lückensystem der Blocksteine hervorragende Lebens- und Fortpflanzungsbedingungen finden. Stromaufwärts gerichtet besiedelten sie im Durchschnitt jährlich 12 Stromkilometer Blocksteinwurf neu (SCHOMAKER et al. 2015). Im Jahr 2015 durchgeführte Untersuchungen zur Konsumtion und zum Nahrungsspektrum der Schwarzmundgrundel ergaben eine überraschend hohe Übereinstimmung mit dem Nahrungsspektrum der Quappe im gleichen Flussabschnitt zehn Jahre vor dem Auftauchen der Grundeln (NAGEL 2004, NAGEL et al. 2011, BROSE et al. 2016). Der Vergleich der täglichen Konsumptionsraten beider Arten ergab darüber hinaus, dass die Grundeln auf Grund ihrer höheren Individuendichte einen deutlich höheren Fraßdruck auf das Makrozoobenthos ausüben als die Quappen (BROSE et al. 2016). Insbesondere in Bereichen hoher Grundeldichte fehlten die kleinen Größengruppen der Hauptnährtiere fast vollständig. Beide Arten teilen

sich auch den bevorzugten Lebensraum, so dass BROSE et al. (2016) annahmen, dass die Schwarzmundgrundel sehr wahrscheinlich ein direkter Nahrungskonkurrent der Quappe ist. Allerdings ist die Quappe eine sekundär piscivore Fischart, was bedeutet, dass sie nicht obligatorisch Fisch frisst, aber zu Fisch als Hauptnahrungskomponente wechseln kann. Eine piscivore Ernährung ist Quappen ab einer Körperlänge von 15–20 cm möglich (MÜLLER 1958, EDSALL et al. 1993, RUDSTAM et al. 1995, FRATT et al. 1997, NAGEL 2004), was zu der spannenden Frage führte, wie die in der Oder relativ häufigen Quappen der Nahrungskonkurrenz durch die Grundeln begegnen und ob sie alternativ auf Fischnahrung, d.h. auf den unmittelbaren Konkurrenten selbst umstellen. Die vorliegende Untersuchung prüfte daher die Hypothese, dass sich die Quappen auf die neu verfügbare Nahrungsressource eingestellt haben und Fische, insbesondere kleine Grundeln jetzt eine weitaus bedeutendere Nahrungskomponente darstellen als vor dem Auftauchen der Schwarzmundgrundel.

2. Datenerhebung

Die Probenahme erfolgte mittels Elektrofischung, da diese Befischungsmethode in strukturierten Uferbereichen besonders effizient ist und die gezielte Entnahme bestimmter Arten- und Größengruppen ermöglicht, ohne die anderen Fische zu beeinträchtigen.

Die Befischungen erfolgten am 28.06.2017, 01.10.2018, 05.10.2018, 12.10.2018 und 08.11.2018 entlang der mit Blocksteinwurf gesicherten Oder-Ufer im Nationalpark Unteres Odertal, an denen zuvor hohe Populationsdichten der Schwarzmundgrundel festgestellt wurden. Bei jeder Befischung wurden selektiv nur die potenziell Fisch fressenden Quappen ab einer Körperlänge von ca. 20 cm entnommen. Die Tiere wurden unmittelbar im Anschluss an den Fang gemessen (Totallänge von der Maulspitze bis zum längsten Teil der Schwanzflosse auf 0,1 cm), gewogen (auf 1 g), der Mageninhalt ausgespült analog zu NAGEL (2004) und anschließend schonend zurückgesetzt. Die Mageninhalte wurden für die spätere Aufarbeitung im Labor in vier Prozent Formaldehyd fixiert.



Abb. 1: Vermessen einer Quappe aus der unteren Oder sowie einzelne Mageninhalte: angedaute Schwarzmundgrundel, Unterkiefer, Otolithen und Schwanzwurzel einer Schwarzmundgrundel, Süßwassergarnele (*Atyaephyra desmarestii*)

Im Labor wurden die Mageninhalte in Alkohol überführt, sortiert, ausgezählt und bestimmt, bei Fischen bis auf Artniveau, bei Invertebraten mindestens auf das taxonomische Niveau der Ordnung. Aus den individuellen Befunden wurden relative und absolute Häufigkeit der einzelnen Nahrungskomponenten sowie deren Frequenz ermittelt und ein Index der relativen Bedeutung, IRI (index of relative importance), errechnet, d.h. der Bedeutung jeder einzelnen Nahrungskomponente bezogen auf die erfasste Gesamtnahrung der Quappen.

Bei den Beutfischen wurden neben der Artzugehörigkeit auch die Totallängen ermittelt. Letztere muss in der Regel aus Längenrelationen diagnostischer Körperteile rückberechnet werden, da Fische im Mageninhalt selten vollständig erhalten sind. Für die Längenrückberechnung der Schwarzmundgrundeln wurde im Rahmen dieser Studie eigens eine Referenzdaten-Bibliothek erarbeitet. Dafür wurden 50 Schwarzmundgrundeln im Längenbereich von 3,9 cm bis 13,4 cm entnommen, sezirt und Totallängen-Regressionen ermittelt, in Relation zur Kopflänge, Schwanzlänge, Unterkieferlänge, Otolithenlänge und zum Abstand zwischen dem 4. und 14. Schwanzwirbel.

3. Ergebnisse

An fünf Befischungsterminen wurden insgesamt 317 Quappen gefangen und untersucht. Von diesen hatten 89 Tiere einen leeren Magen. Das Längenspektrum erstreckte sich von 16,1 cm bis 40 cm, mit Massen zwischen 16 g und 400 g (Tab. 1).

Tabelle 1: Verteilung der gefangenen Quappen auf die Probenahmetermine.

Fangdatum	Anzahl (N)	Länge [cm]	Masse [g]	Volle Mägen
28.06.2017	50	16,5–20	38–199	35
01.10.2018	39	16,1–36,6	24–246	24
05.10.2018	38	19,5–38	47–400	29
12.10.2018	102	18,1–39	16–280	69
08.11.2018	88	19,7–40	34–262	71

Das Nahrungsspektrum der Quappen aus der Unteren Oder umfasste insgesamt 30 Nahrungskomponenten, darunter sieben verschiedene Fischarten (Tab. 2). Haupt-Nahrungskomponenten waren der Große Höckerflohkrebs (*Dikerogammarus villosus*) und die Süßwassergarnele (*Atyaephyra desmarestii*), die zusammen 60 Prozent der Quappennahrung bildeten. Insgesamt waren 78,3 Prozent (N=1585) aller Nahrungsbestandteile Invertebraten, die im Mageninhalt von 82,9 Prozent (N=189) der Quappen gefunden wurden. Fisch waren 9,3 Prozent (N=188) der Nahrungsbestandteile und wurde in mehr als der Hälfte der untersuchten Mägen identifiziert (62,3 Prozent, N=144). Den Großteil der Fischnahrung bildeten Schwarzmundgrundeln (64,9 Prozent; N=122), die im Mageninhalt von 39,0 Prozent (N=89) der untersuchten Quappen nachgewiesen wurden. Insgesamt bestanden 79,7 Prozent (N=1615) der Quappennahrung aus Neozoa, zu denen neben den bereits genannten Arten auch noch der Süßwasser-Röhrenkrebs (*Chelicorophium curvispinum*) und die Dreikantmuschel (*Dreissena sp.*) zählen.

Tabelle 2: Übersicht der Nahrungskomponenten der Quappe, mit relativem Anteil [%] an den Gesamt-Nahrungskomponenten (N=2007), Frequenz [%] (N=228), durchschnittlicher Häufigkeit [%] bei Quappen mit der jeweiligen Nahrungskomponente und Bedeutung der Nahrungskomponente gemessen als Index of relative Importance (IRI) [%]. Fische mit leeren Mägen (N= 89) wurden nicht berücksichtigt. * nur im Herbst 2018 im Mageninhalt der untersuchten Quappen nachgewiesen // ** nur im Sommer 2017 im Mageninhalt der untersuchten Quappen nachgewiesen – Spurenmengen (< 0,01 % IRI)

Nahrungsbestandteil	rel. Häuf. [%]	Frequenz [%]	mittlere rel. Häuf. [%]	IRI %
Invertebraten				
<i>Dikerogammarus villosus</i> – Amphipoda	25,09	57,02	49,00	28,61
<i>Atyaephyra desmarestii</i> – Decapoda*	35,51	33,77	57,67	23,98
<i>Chelicorophium curvispinum</i> – Amphipoda	11,95	19,30	29,62	4,61
Chironomidae sp. (Larve) – Diptera	3,01	11,40	32,54	0,69
<i>Dreissena</i> sp. (Bruchstücke) – Bivalvia	0,89	6,14	23,85	0,11
Bryozoa (Moostierchen) – Lophotrochozoen	0,40	3,51	23,99	0,03
<i>Dreissena</i> sp.	0,30	1,75	42,50	0,01
Gerridae sp. – Heteroptera*	0,20	1,75	20,00	0,01
Diptera sp. (unidentifiziert)	0,15	1,32	23,33	-
<i>Borysthenia naticina</i> – Gastropoda	0,15	1,32	12,74	-
Hydropsychidae – Trichoptera*	0,15	0,88	4,63	-
Chironomidae sp. (Adult) – Diptera	0,10	0,88	5,83	-
<i>Pirata piraticus</i> – Araneae	0,10	0,88	37,50	-
Baetidae – Ephemeroptera*	0,10	0,88	35,00	-
Wanzenlarve – Heteroptera*	0,05	0,44	25,00	-
Bivalvia (unidentifiziert)	0,05	0,44	25,00	-
<i>Viviparus viviparus</i> – Gastropoda	0,05	0,44	33,33	-
Gastropoda (unidentifiziert)	0,05	0,44	6,67	-
Fisch				
Schwarzmundgrundel (<i>Neogobius melanostomus</i>) *	6,02	39,04	35,61	4,70
Kaulbarsch (<i>Gymnocephalus cernuus</i>) *	1,43	10,09	52,96	0,29
Fisch (nicht bestimmbar)	1,19	10,09	22,62	0,24
Flussbarsch (<i>Perca fluviatilis</i>) *	0,30	2,19	80,00	0,01
Zope (<i>Ballerus ballerus</i>) **	0,15	0,88	45,00	-
Aland (<i>Leuciscus idus</i>) **	0,10	0,88	41,67	-
Quappe (<i>Lota lota</i>) *	0,05	0,44	100,00	-
Ukelei (<i>Alburnus alburnus</i>) *	0,05	0,44	50,00	-
Sonstiges				
Pflanzenmaterial	9,78	47,81	28,56	9,35

Nahrungsbestandteil	rel. Häuf. [%]	Frequenz [%]	mittlere rel. Häuf. [%]	IRI %
undefiniertes Material	1,58	11,84	14,98	0,37
Stein	0,99	5,70	16,92	0,11
Fischlaich	0,10	0,88	5,72	-

Mit zunehmender Länge der untersuchten Quappen änderte sich deren Nahrungsspektrum. So nahm bei größeren Quappen der durchschnittliche prozentuale Anteil der Invertebraten in der Nahrung signifikant ab (exponentielle Kurvenanpassung, $p < 0,001$). Dagegen stieg die Bedeutung von Fisch als Nahrungskomponente, gemessen am IRI. Gleichzeitig stieg die Bedeutung der Schwarzmundgrundel (*Neogobius melanostomus*) für die Ernährung größerer Quappen. Weitere Größen-Spezifika bei der Nahrungswahl betrafen Invertebraten. So fraßen kleinere Tiere bevorzugt den Großen Höckerflohkrebs (*Dikerogammarus villosus*), wohingegen größere Quappen die Süßwassergarnele (*Atyaephyra desmarestii*) präferierten. (Tab. 3)

Mit zunehmender Länge der Quappen nahm auch die der Beutefische signifikant zu (lineare Regression, $R^2 = 0,129$, $p < 0,001$). Während Quappen der Größengruppe $>20\text{--}22$ cm im Mittel 5 cm lange Beutefische aufnahmen (Spannbreite 3–7,5 cm), waren die Beutefische der Größengruppe $>32\text{--}40$ cm im Mittel 8,2 cm lang (2,5–16 cm). Werden hier ausschließlich die Schwarzmundgrundeln in der Nahrung betrachtet, so stiegen auch deren mittlere Längen mit der Länge der Quappen signifikant an (lineare Regression, $R^2 = 0,186$, $p < 0,001$), von 5 cm (2,7–8 cm) bei den kleinen Quappen auf 8,5 cm (3,7–14,7 cm) bei den großen.

4. Diskussion und Bewertung

Rund sieben Prozent aller Fische in der unteren Oder sind Quappen; im Uferbereich sogar rund 20 Prozent (WOLTER & FREYHOF 2004, WOLTER & SCHOMAKER 2011), wo sie bevorzugt im Blocksteinwurf und an den Bühnenköpfen vorkommen (WOLTER et al. 2009). Diese grobsteinigen Strukturen sind auch für die Schwarzmundgrundel vorteilhaft und fördern ihre Etablierung (WIESNER et al. 2010, BRUNKEN et al. 2012, GERTZEN 2016, BROSE et al. 2016). In der unteren Oder im Bereich des Blocksteinwurfs bildet die Schwarzmundgrundel heute einen individuenstarken, stabilen Bestand (SCHOMAKER et al. 2015, BROSE et al. 2016). Damit teilen sich juvenile Quappen und Schwarzmundgrundeln das Vorzugshabitat.

Darüber hinaus zeigen beide Arten eine hohe Übereinstimmung in ihrer von nicht einheimischen Invertebraten dominierten Nahrungszusammensetzung. Ausgehend von den Individuendichten beider Arten übt die Schwarzmundgrundel einen fast doppelt so hohen Fraßdruck auf das Makrozoobenthos aus wie die Quappe. BROSE et al. (2016) errechneten aus den Individuendichten beider Arten entlang einer 400 m langen Uferstrecke und den individuellen maximalen täglichen Konsumtionsraten (Quappe, NAGEL et al. 2011) eine tägliche Makrozoobenthos-Aufnahme der Grundeln von 216 g gegenüber 120 g der Quappen. Damit konkurrieren beide Arten im Blocksteinwurf zweifelsfrei um Nahrung.

Tabelle 3: Bedeutung der wichtigsten Nahrungskomponenten gemessen als Index of relative importance IRI [%] bezogen auf die Größenverteilung der untersuchten Quappen [N = 210].

Größenklasse	>20-22 [N=37]	>22-24 [N=54]	>24-26 [N=52]	>26-28 [N=25]	>28-32 [N=25]	>32-40 [N=17]
Nahrungsbestandteil	IRI [%]					
Schwarzmundgrundel (<i>Neogobius melanostomus</i>)	2,20	2,97	4,54	14,34	8,70	11,54
Süßwassergarnele (<i>Atyaephyra desmarestii</i>)	19,60	15,03	27,24	19,92	37,80	65,84
Großer Höckerflohkrebs (<i>Dikerogammarus villosus</i>)	51,25	48,38	16,86	12,75	17,33	1,58
Süßwasser-Röhrenkrebs (<i>Che-licorophium curvispinum</i>)	6,15	9,35	2,55	1,15	0,25	0,00
Fisch (Gesamt)	4,15	8,34	14,31	26,77	22,63	20,59

Die Frage ist, führt diese Konkurrenz um Nahrung und Lebensraum absehbar zu einer Beeinträchtigung der Quappenpopulation durch die Schwarzmundgrundel? Quappen können zur piscivoren Ernährung wechseln, was ihnen nicht nur ein breiteres Nahrungsspektrum als der Schwarzmundgrundel erschließt, sondern letztere auch zur potenziellen Beute macht. Mit zunehmender Länge der Quappen steigt der Fischanteil in der Nahrung (GUTHRUF et al. 1990, PULLIAINEN et al. 1992, RUDSTAM et al. 1995, AMUNDSEN et al. 2003, KNUDSEN et al. 2010, COLIN & DICK 2015).

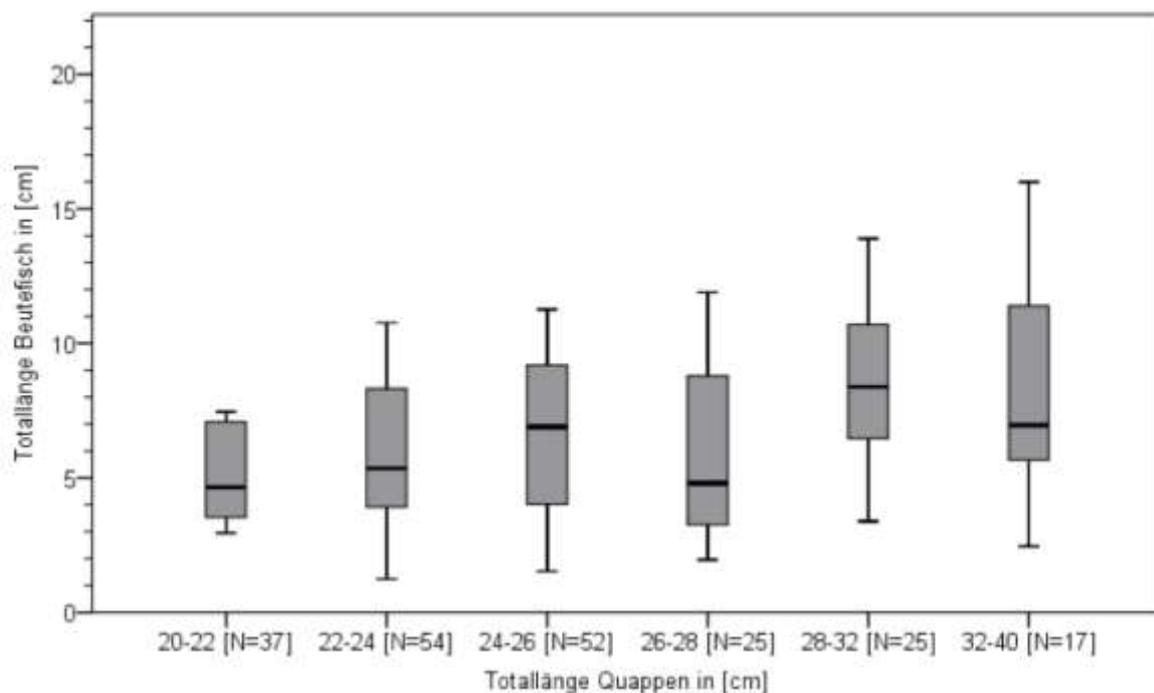


Abb. 2: Längenverhältnis der untersuchten Quappen zu deren Beutefischen. Die Boxen repräsentieren das 25% und 75% Quartil, die Balken 10% bzw. 90% der Beobachtungen und der dicke Balken den Median. N = Anzahl der untersuchten Quappen.

Das wurde auch in dieser Untersuchung bestätigt, so dass davon auszugehen ist, dass die Quappen verstärkt die zahlreich vorhandenen Schwarzmundgrundeln aller Größenklassen aufnehmen und so zumindest teilweise der Nahrungskonkurrenz entgehen. Allerdings müssen die Quappen eine bestimmte Mindestkörperlänge erreicht haben, bevor sie sich effizient piscivor ernähren können (SCOTT & CROSSMAN 1973, RYDER & PESENDORFER 1992, COTT et al. 2011). Dabei kommt ihr zugute, dass Quappen im Gegensatz zur Schwarzmundgrundel nicht auf die Blockstein-Schüttungen angewiesen sind. Die Quappen laichen im Hauptstrom, in der Oder etwa auf Höhe Frankfurt und ihre Larven leben pelagisch bis sie auf krautigen Überschwemmungsflächen geeignete Aufwuchshabitate finden. Gerade die jungen juvenilen Quappen (0+) nutzen auch Röhrichte und angeschlossene Nebengewässer als Lebensraum. Die Adultfische suchen später Temperaturrefugien im Haff oder in der östlichen Ostsee auf und kehren nur noch zum Laichen in die Oder zurück. Die größte Lebensraum-Überlappung mit der Schwarzmundgrundel haben die juvenilen Quappen der Altersgruppen 1+ bis 3+, die ebenfalls das Lückensystem im Blocksteinwurf als Refugium nutzen. Diese Altersgruppen sind in der Lage, Grundeln zu fressen und so möglicherweise sogar von der neuen Nahrungsressource zu profitieren. In Laborversuchen mit juvenilen, 90 mm langen Quappen zeigte KUNDRUHN (2014), dass diese bereits erhebliche Mengen Grundeln fraßen und durch den frühen Wechsel zu einer piscivoren Ernährung sehr gut wuchsen. Allerdings ist die Übertragbarkeit von Laborversuchen zur Nahrungswahl grundsätzlich begrenzt.

Übereinstimmend mit den Befunden dieser Studie, betrachten CARLSSON et al. (2009) einheimische Raubfische sogar als Schlüssel zu einer langfristigen Kontrolle invasiver Fischarten. Diese Betrachtungsweise wurde durch die Ergebnisse empirischer Untersuchungen bestärkt. So zeigten HENSLER et al. (2007) für die großen Seen Nordamerikas, dass die dort ebenfalls eingeführte Schwarzmundgrundel zu einer wichtigen Beute für Quappen geworden ist, die allein im Eriesee schätzungsweise 61 Prozent des jährlichen Bestands der Schwarzmundgrundel fressen (MADENJIAN et al. 2011). Im Nord-Ostsee-Kanal beobachteten HEMPEL et al. (2016) innerhalb eines Jahres (2011–2012) einen Rückgang der Biomasse der Schwarzmundgrundel auf rund ein Drittel. Hohe Beutefischbestände, hier die Schwarzmundgrundeln, werden opportunistisch auch von allen anderen Raubfischarten konsumiert, wie KORNIS et al. (2012) und ALMQVIST et al. (2010), für Barsche (*Perca fluviatilis*) und Dorsche (*Gadus morhua*) in der Ostsee nachwies. Im Rhein waren 52 Prozent der Beutefische der Zander (*Sander lucioperca*) Schwarzmundgrundeln, bei den Barschen sogar 89 Prozent, was mit einem erheblichen Anstieg der Bestandsbiomasse beider Arten einherging (GERTZEN 2016). Die Autoren kamen übereinstimmend zu der Einschätzung, dass der Fraßdruck einheimischer Raubfische auf die Schwarzmundgrundel deren Massenentwicklung stoppen kann.

Der hier geführte Nachweis, dass Quappen zunehmend Grundeln als Nahrung aufnehmen, ist allerdings noch nicht ausreichend, um eine positive Bestandsentwicklung der Quappe in der unteren Oder zu prognostizieren. Die Befunde deuten aber ebenso wenig auf eine Beeinträchtigung der Quappe durch die Schwarzmundgrundel hin, was zu der Frage führt, ist diese neu eingewanderte Art überhaupt invasiv? BRIEGE (2017) hatte diese Frage anhand der analysierten Fischdichten bereits vorläufig verneint. Zwar nahmen von 2014 bis 2016 an allen Probestellen in der unteren Oder die Dichten und medianen Längen der Schwarzmundgrundel zu, zeitgleich aber auch die Dichten der meisten einheimischen Fischarten (BRIEGE 2017).



Abb. 3: Quappe (Foto: J. Freyhof)

Bis einschließlich 2016, d.h. drei Jahre nach dem ersten Auftauchen der Art im Untersuchungsgebiet, konnte BRIEGE (2017) keine signifikante Beeinträchtigung einer einheimischen Fischart durch die Schwarzmundgrundel nachweisen, schloss allerdings auch nicht die Möglichkeit verzögerter Wirkungen aus, da sich die Schwarzmundgrundel noch in der sog. Boom-Phase befand.

Werden einheimische Arten durch den Fraßdruck beeinträchtigt? Zweifelsfrei besteht Nahrungskonkurrenz, wie sie aber auch innerhalb und zwischen einheimischen Arten auftritt. Bewertet man den Rückgang einer einheimischen Art infolge der (übermächtigen) Nahrungskonkurrenz durch die Schwarzmundgrundel als Beeinträchtigung, so wurde dieser Nachweis hier für die Quappe nicht geführt.

Natürlich bemisst sich die Invasivität einer Art nicht nur an der Wirkung innerhalb des gleichen Taxons, hier der einheimischen Fischarten. Aber auch für das einheimische Makrozoobenthos ließ sich keine Bestands-beeinträchtigende Wirkung der Schwarzmundgrundel nachweisen. Die Tiere fraßen fast ausschließlich nicht-einheimische Arten (BROSE et al. 2016), was per Definition einer Invasivitätswirkung (= Beeinträchtigung einheimischer Arten) entgegensteht. An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass das einheimische Makrozoobenthos bereits lange vor dem ersten Auftreten der Schwarzmundgrundel von nicht einheimischen Arten dominiert wurde. Bereits bei den Untersuchungen von NAGEL (2004) bildeten nicht einheimische Wirbellose, insbesondere der Große Höckerflohkrebs, mehr als 80 Prozent der Quappennahrung.

5. Schlussfolgerungen

Die Schwarzmundgrundel breitet sich rasch aus, ist etabliert und bildet einen stabilen Bestand, aber der letzte Schritt zur Invasivität, die Beeinträchtigung einheimischer Arten und Lebensräume ist nicht schlüssig nachweisbar. Bislang tritt die Schwarzmundgrundel in der unteren Oder nicht als invasive Art auf. Vielmehr erhält sie offenbar – analog zu den nicht einheimischen Makrozoobenthosarten vor ihr – eine anthropogene Lizenz in Form der ausgedehnten Blocksteinschüttungen zur Ufersicherung. Im Gegensatz zu vielen einheimischen Fischarten profitiert die Schwarzmundgrundel als Höhlenlaicher von den lagestabilen, lückenreichen Ufersicherungen. Die Bewertung der Schwarzmundgrundel als nicht invasiv schließt allerdings nicht aus, dass hohe Bestände der Art den Erfolg von Revitalisierungsmaßnahmen an Bundeswasserstraßen beeinträchtigen oder zumindest verzögern können.

6. Literatur

- ALMQVIST, G., A. K. STRANDMARK & M. APPELBERG (2010): *Has the invasive round goby caused new links in Baltic food webs?* Environmental Biology of Fishes (89), 79–93.
- AMUNDSEN, P. A., T. BOHN, O. A. POPOVA, F. J. STALDVIK, F. RESHETNIKOV, N. A. KASHULIN & A. A. LUKIN (2003): *Ontogenetic niche shifts and resource partitioning in a subarctic piscivore fish guild.* Hydrobiologia (497): 109–119.
- BISCHOFF, A. (2002): *Juvenile Fish Recruitment in the Large Lowland River Oder, Assessing the Role of Physical Factors and Habitat Availability.* Shaker, Aachen.
- BRIEGE, J. (2017): *Impact of the Round goby Neogobius melanostomus (PALLAS, 1814) on the native fish assemblage of the lower River Oder.* Masterarbeit, Humboldt-Universität, Berlin.
- BROSE, S. F., X.-F. GARCIA, C. SCHOMAKER, J. HALLERMANN & C. WOLTER (2016): *Konsumption und Nahrungswahl der Schwarzmundgrundel (Neogobius melanostomus) in der Unteren Oder.* In Nationalpark-Jahrbuch Unteres Odertal (13), 168–179.
- BRUNKEN, H., J.-F. CASTRO, M. HEIN, A. VERWOLD & M. WINKLER (2012): *Erstnachweis der Schwarzmund-Grundel Neogobius melanostomus (PALLAS, 1814) in der Weser.* Lauterbornia (75), 31–37.
- CARLSSON, N. O., O. SARNELLE & D. L. STRAYER (2009): *Native predators and exotic prey – an acquired taste?* Cary Institute of Ecosystem Studies, Millbrook, NY. The Ecological Society of America (7), 525–532.
- CERWENKA, A. F., J. BRANDNER, U. K. SCHLIEWEN, & J. GEIST (2018): *Population trends of invasive alien gobies in the upper Danube River: 10 years after first detection of the globally invasive round goby (Neogobius melanostomus).* Aquatic Invasions, 13 (4), pp. 525–535.
- COLIN, P. & T. A. DICK (2015): *Winter feeding ecology and the importance of cannibalism in juvenile and adult burbot (Lota lota) from the Mackenzie Delta, Canada.* Hydrobiologia (757), 73–88.
- COTT, P. A., T. A. JOHSTON & J. M. GUNN (2011): *Food web position of burbot relative to lake trout, northern pike, and lake whitefish in four sub-Arctic boreal lakes.* Journal of Applied Ichthyology (27), 49–56.
- DIDHAM, R. K., J. M. TYLIANAKIS, M. A. HUTCHISON, R. M. EWERS, & N. J. GEMMEL, (2005): *Are invasive species the drivers of ecological change?* Trends in Ecology and Evolution, 20 (9), 470–474.

- EDSALL, T. A., G. W. KENNEDY & W. H. HORNS (1993): *Distribution, Abundance, and Resting Microhabitat of Burbot on Julian's Reef, Southwestern Lake Michigan*. Transactions of the American Fisheries Society (122), 560–574.
- FRATT, T. W., D. W. COBLE, F. COPES & R. E. BRUESEWITZ (1997): *Diet of burbot in Green Bay and western Lake Michigan with comparison to other waters*. Journal of Great Lakes Research (23), 1–23.
- GERTZEN, S. (2016): *The ecological niche of invasive gobies at the Lower Rhine in intra- and interspecific competitive and predatory interactions*.
- GUTHRUF, J., S. GERTSER & P.-A. TSCHUMI (1990): *The diet of burbot (Lota lota L.) in Lake Biel, Switzerland*. Arch. Hydrobiol. (119), 103–114.
- HEMPEL, M., R. NEUKAMM & R. THIEL (2016): *Effects of introduced round goby (Neogobius melanostomus) on diet composition and growth of zander (Sander lucioperca), a main predator in European brackish waters*. Aquatic Invasions (11), 167–178.
- HENSLER, S. R., D. J. JUDE & J. HE (2007): *Burbot Growth and Diets in Lakes Michigan and Huron: An Ongoing Shift from Native Species to Round Gobies*. American Fisheries Society Symposium (20), 7–14.
- HIRSCH, P. E., A. N'GUYEN, I. ADRIAN-KALCHHAUSER & P. BURKHARDT-HOLM (2015): *What do we really know about the impacts of one of the 100 worst invaders in Europe? A reality check*. AMBIO, 45(3), 267–279.
- KNUDSEN, R., P. A. AMUNDSEN & A. KLEMETSEN (2010): *Arctic charr in sympatry with burbot: ecological and evolutionary consequences*. Hydrobiologia (650), 43–54.
- KORNIS, M. S., N. MERCADO-SILVA & M. J. VANDER ZANDEN (2012): *Twenty years of invasion: a review of round goby Neogobius melanostomus biology, spread and ecological implications*. Journal of Fish Biology (80), 235–285.
- KUNDRUHN M. (2014): *Predation of juvenile burbot (Lota lota) on juvenile invasive gobies – potential for successful control?* Bachelor thesis, University of Cologne, 71.
- MADENJIAN, C. P., M. A. STAPANIAN, L. D. WITZEL, D. W. EINHOUSE, S. A. POTHOVEN & H. L. WHITFORD (2011): *Evidence for predatory control of the invasive round goby*. Biological Invasions (13), 987–1002.
- MÜLLER, W. (1958): *Das Wachstum der Quappe (Lota lota L.) im Oderhaff und in deutschen Gewässern*. Verh. Internat. Ver. Limnol. (13), 743–747.
- NAGEL, F. (2004): *Schätzung der Konsumption der Quappe (Lota Lota (L.)) in einem sommerwarmen Tieflandfluss, am Beispiel der Unteren Oder*. Diplomarbeit, Universität Rostock.
- NAGEL, F., F. HÖLKER & C. WOLTER (2011): *In situ estimation of gastric evacuation and consumption rates of burbot (Lota lota) in a summer-warm lowland river*. Journal of Applied Ichthyology 27, 1236–1241.
- PULLIAINEN, E. & K. KORHONEN (1990): *Seasonal changes in condition indices in adult mature and non-maturing burbot, Lota lota (L.), in the north-eastern Bothnian Bay, northern Finland*. Journal of Fish Biology (36), 251–259.
- RABITSCH, W., S. NEHRING, C. WOLTER, H.-G. BAUER, F. WOOG, S. HOMMA, C. WIESNER, H. MARTENS & F.-U. MICHLER (2015): *Steckbriefe*. In: NEHRING, S., RABITSCH, W., KOWARIK, I. & ESSL, F. (Hrsg.) Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Wirbeltiere. BfN-Skripten 409, 43–145.
- RUDSTAM, L. G., P. E. PEPPARD, T. W. FRATT, R. E. BRUESEWITZ, D. W. COBLE, F. A. COPES & J. F. KITCHELL (1995): *Prey consumption by the burbot (Lota lota) population in Green Bay, lake Michigan, based on a bioenergetics model*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. (52), 1074–1082.

- RYDER, R. A. & J. PESENDORFER (1992): *Food, growth, habitat, and community interactions of young-of-the-year burbot, Lota lota L., in a Precambrian Shield lake*. Hydrobiologia (243), 211–227.
- SCHOMAKER, C. & C. WOLTER (2014): *First record of the round goby Neogobius melanostomus (PALLAS, 1814) in the lower River Oder, Germany*. BiolInvasions Records 3, 185–188. DOI: 10.3391/bir.2014.3.3.08
- SCHOMAKER, C., S. BROSE, J. HALLERMANN & C. WOLTER (2015): *Schwarzmundgrundeln (Neogobius melanostomus) im Nationalpark Unteres Odertal weiterhin auf dem Vormarsch*. Nationalpark-Jahrbuch Unteres Odertal (12), 159–165.
- SCOTT, W. B. & E. J. CROSSMAN (1973): *Freshwater fishes of Canada*. Ottawa. Fisheries Research Board of Canada, 966.
- VILLÉGER, S., S. BLANCHET, O. BEAUCHARD, T. OBERDORFF, & S. BROSE (2011): *Homogenization patterns of the world's freshwater fish faunas*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108 (44), 18003–18008.
- WIESNER, C., C. WOLTER, W. RABITSCH & S. NEHRING (2010): *Gebietsfremde Fische in Deutschland und Österreich und mögliche Auswirkungen des Klimawandels*. BfN-Skripten 279
- WOLTER, C. & A. BISCHOFF (2001): *Seasonal changes of fish diversity in the main channel of the large lowland river Oder*. Regul. Rivers: Res. Mgmt. 17, 595–608.
- WOLTER, C. & F. RÖHR (2010): *Distribution history of non-native freshwater fish species in Germany: how invasive are they?* Journal of Applied Ichthyology (26), 19–27
- WOLTER, C. & J. FREYHOF (2004): *Diel distribution patterns of fishes in a temperate large lowland river*. Journal of Fish Biology (64), 632–642.
- WOLTER, C. & J. FREYHOF (2005): *Die Fischbesiedelung des Oder-Einzugsgebietes*. Nationalpark-Jahrbuch Unteres Odertal (2), 37–63.
- WOLTER, C. (2007): *Temperature influence on the fish assemblage structure in a large lowland river, the lower Oder River, Germany*. Ecology of Freshwater Fish (16), 493–503.
- WOLTER, C. & C. SCHOMAKER (2011): *Die fisch-basierte Bewertung der Oder gemäß Europäischer Wasserrahmenrichtlinie*. Nationalpark-Jahrbuch Unteres Odertal (8), 127–136.
- WOLTER, C., S. VOLKMANN, F. NAGEL & F. HÖLKER (2009): *Die Oderquappe – Ein Leben am Temperaturlimit*. Nationalpark-Jahrbuch Unteres Odertal (6), 57–72.

DR. CHRISTIAN WOLTER & JULIUS PEGLOW
Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei
Müggelseedamm 310, 12587 Berlin
wolter@igb-berlin.de