



LANDESFISCHEREIVERBAND BAYERN E.V.

Invasive Grundeln in Bayern

LFV

BAYERN



Bestandsaufnahme und derzeitiger Erkenntnisstand





LANDESFISCHEREIVERBAND BAYERN E.V.

Invasive Grundeln in Bayern

Bestandsaufnahme und derzeitiger Erkenntnisstand

Inhalt

Vorwort	5
1. Einleitung	7
2. In Deutschland vorkommende Grundelarten	9
2.1. Marmorierte Grundel	11
2.2. Kesslergrundel	12
2.3. Schwarzmundgrundel	13
2.4. Nackthalsgrundel	15
2.5. Flussgrundel	16
3. Rechtliche Einstufung der in Deutschland vorkommenden Arten	19
3.1. Rote Liste gefährdeter Arten	19
3.2. EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL)	19
3.3. Ausführungsverordnung Bayerisches Fischereigesetz (AVBayFiG, 2010)	19
3.4. Schwarze Liste invasiver Arten Deutschlands	20
4. Verbreitung von Grundeln in Bayern	21
4.1. Methoden	21
4.2. Grundelvorkommen in Bayern (2010/2011)	22
4.3. Bestandsentwicklung im zeitlichen Verlauf	25
4.3.1. Marmorierte Grundel	27
4.3.2. Kesslergrundel	27
4.3.3. Schwarzmundgrundel	28
4.4. Ausbreitung in die Seitengewässer	29
4.4.1. Vergleich der Bestandsdichten in Hauptgewässern und Seitenzuflüssen	29
4.4.2. Vergleich der Biomassen in der Donau und ihren Seitenzuflüssen	32

4.4.3. Dominanzverhältnisse von Grundeln und heimischen Fischarten in Hauptgewässern und Seitenzuflüssen	34
4.5. Vergleich von Tag- und Nachtbefischungen	36
5. Gründe für die Ausbreitung und Bestandsentwicklung	37
5.1. Ausbreitungskorridore und Vektoren	37
5.2. Gewässerstruktur und -morphologie	37
5.3. Veränderung der Nahrungsnetze durch Invasion gebietsfremder Invertebraten	39
5.4. Temperatur und Klimawandel	40
5.5. Anpassungsfähigkeit und Konkurrenz	40
6. Auswirkungen auf die heimische Artengemeinschaft	42
6.1. Ernährungsökologie invasiver Grundeln	42
6.1.1. Methoden	42
6.1.2. Makrozoobenthosfauna entlang der Ausbreitungsgrenzen invasiver Grundeln in Bayern.....	43
6.1.3. Ernährungsökologie der häufigsten Grundelarten im Vergleich	44
6.1.4. Piscivorie	47
6.1.5. Nahrungskonkurrenz zu heimischen Fischarten	48
6.2. Grundelprädatoren	52
6.3. Parasiten und Krankheitserreger	53
7. Auswirkungen auf Berufs- und Angelfischerei	54
8. Maßnahmen zur Eindämmung und Prävention	56
8.1. Fischereiliche Maßnahmen	56
8.2. Biomanipulation durch Besatzmaßnahmen	57
8.3. Ausbreitungsbarrieren	58
9. Ausblick	59
10. Literatur	60
11. Anhang	65
12. Glossar	68
13. Kontaktadressen	70
14. Impressum	71

Vorwort

Die vorliegende Broschüre setzt sich mit in Bayern eingewanderten Grundeln auseinander. Dabei handelt es sich um Kleinfischarten, die ursprünglich aus dem Schwarzmeerraum kommen und in bayerische Gewässer eingewandert sind. Von einer Kooperation des Landesfischereiverbandes Bayern e. V., den Fachberatungen für Fischerei der Bezirke Oberfranken, Unterfranken, Mittelfranken, Oberpfalz und Niederbayern, dem Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie der Technischen Universität München, der Zoologischen Staatssammlung München, der Universität Basel und dem Institut für Fischerei in Starnberg wurde die Verbreitung der einzelnen Grundelarten in Bayern untersucht.

Die vorliegende Broschüre soll einen Einblick geben, warum sich Grundeln bisher derart erfolgreich in unseren heimischen Flusssystemen etabliert haben. Die Ergebnisse der Jahre 2010 und 2011 liefern hierbei eine Momentaufnahme in diesem dynamisch voranschreitenden Ausbreitungsprozess.

München, im März 2015



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Albert Göttle', written over a light blue background.

Prof. Dr.-Ing. Albert Göttle

Präsident des Landesfischereiverbandes Bayern e. V.

Einleitung

Die Zusammensetzung von Ökosystemen unterliegt einem ständigen Wandel. Einzelne Arten können in Anpassung an abiotische und biotische Faktoren ihre Arealgrenzen verändern und treten im Zusammenhang mit diesen natürlichen Arealfluktuationen unerwartet in neuen Gebieten auf. Mit Beginn des globalen Handels im 15. Jahrhundert, bis hin zur heutigen Globalisierung, ist in zunehmendem Maße eine Ausbreitung von Arten feststellbar, die unter direkter oder indirekter Mitwirkung des Menschen in ein ihnen zuvor nicht zugängliches Gebiet gelangt sind. Diese Möglichkeit zur Überwindung natürlicher Verbreitungsschranken stellt erdgeschichtlich ein Novum dar. Nicht jede Art, die einen neuen Lebensraum erreicht, wird sich jedoch dort auch langfristig etablieren können. Viele gebietsfremde Arten bilden eine gewisse Zeit lokale kleine Populationen aus, um sich danach gegebenenfalls explosionsartig zu vermehren und zu verbreiten. Treten diese Bioinvasoren mit den heimischen Arten in Konkurrenz um Lebensraum und Ressourcen, kann dies zu ökologischen, ökonomischen oder gesundheitlichen Problemen führen (Keller *et al.* 2011). Heute zählt die Ausbreitung invasiver Arten in Ökosysteme, in

denen sie ursprünglich nicht heimisch waren, weltweit zu den Hauptgefährdungsursachen für die biologische Vielfalt (Convention on Biological Diversity, CBD). Dies gilt für terrestrische ebenso wie für aquatische Organismen. Invasive Arten stehen in Wechselbeziehungen mit den einheimischen Organismen und können über eine Kaskade von Auswirkungen die Funktionsweise ganzer Ökosysteme gefährden. Einheimische Arten werden mitunter stark zurückgedrängt oder sogar ausgerottet. Binnengewässer stellen hierfür besonders empfindliche Ökosysteme dar. Obwohl sie nur 0,01 Prozent des weltweiten Wasservorkommens ausmachen, leben etwa 12 Prozent aller bekannten Arten im Süßwasser (Kopp & Klappert 2010). Dazu zählen außerordentlich viele endemische Tierarten, welche ausschließlich in einem räumlich klar abgegrenzten Gebiet vorkommen.

Seit einigen Jahren sind in Bayern Massenentwicklungen von invasiven Kleinfischen aus der Familie der Grundeln festgestellt worden, die vielerorts als störendes Übel und als Gefahr für die heimische Tierwelt empfunden werden. Mit ihrem plötzlichen Aufkommen haben einige Grundelarten unter Naturschützern, Fischern und Wissenschaftlern



Abb. 1: Drei prominente Vertreter der »Schwarzmeergrundeln« im Portrait: Kessler-, Schwarzmund- und Flussgrundel (von links nach rechts).

gleichermaßen für reges Interesse, bisweilen auch für Aufregung gesorgt. Bisher wurden in Deutschland fünf Arten aus dem osteuropäischen, bzw. eurasischen Raum nachgewiesen, die in Anlehnung an ihre ursprünglichen Herkunftsgebiete im deutschen Sprachgebrauch häufig als »Schwarzmeergrundeln« zusammengefasst werden. Das ursprüngliche Hauptverbreitungsgebiet der Schwarzmeergrundeln umfasst den pontokaspischen Raum, wobei neben den Küstengebieten des Schwarzen-, Asowschen- oder auch Kaspischen Meeres die Mündungsbereiche und Unterläufe größerer Fließgewässer wie Donau, Dnjestr, Bug, Dnjepr und Don besiedelt werden. In den letzten Jahrzehnten destabilisierten sich die ursprünglichen Verbreitungsgrenzen und es ist eine zunehmende Ausbrei-

tung in die Oberläufe und benachbarte Gewässersysteme feststellbar. Die ersten Schwarzmeergrundeln in Deutschland wurden Mitte der 1980er Jahre in der bayerischen Donau nachgewiesen (Laßleben 1985). Den weiteren Vorstoß im westlichen Mitteleuropa ermöglichte der Mensch unter anderem durch den Bau des Rhein-Main-Donau-Kanals (Inbetriebnahme 1992), der die ehemals getrennten Einzugsgebiete von Donau und Rhein über den Main miteinander verbindet. Ziel dieser Broschüre ist es, die Biologie und Ökologie, den zeitlichen Verlauf der Ausbreitung sowie die derzeitige Verbreitungssituation in Bayern anhand der wichtigsten Untersuchungsergebnisse der letzten Jahre darzustellen. Darüber hinaus werden Maßnahmen zur Eindämmung der Ausbreitung vorgestellt.

In Deutschland vorkommende Grundelarten

Die Verwandtschaft der Grundeln (Gobioidei) gehört mit weltweit etwa 2.000 Spezies zu einer besonders artenreichen Unterordnung der Barschartigen Fische (Perciformes). Die meisten der selten über 25 cm Länge erreichenden Vertreter bevorzugen küstennahe Meeres- und Brackwassergebiete als Lebensraum. In Deutschland wurden bisher insgesamt sechs Arten von gebietsfremden Grundeln beschrieben. Bis auf die Amur-Schläfergrundel (*Perccottus glenii*, Dybowski 1877) stammen alle Arten aus dem pontokaspischen Raum und werden entsprechend ihrer Verwandtschaft (Benthophilinae) den Gobiine-ähnlichen Grundeln innerhalb der Familie Gobiidae zugeordnet (Agorretta *et al.* 2013). Die erstmalig im Jahr 2013 in Bayern nachgewiesene Amur-Schläfergrundel gehört der Familie der Odontobutidae an und stammt ursprünglich aus dem ostasiatischen Raum (Reshetnikov & Schliewen 2013). Die Art gehört daher nicht zu den

sogenannten Schwarzmeergrundeln. Aufgrund des bisher kleinräumigen Vorkommens in Bayern und der unterschiedlichen Einführungshistorie wird die Amur-Schläfergrundel in dieser Broschüre nur am Rande behandelt.

Zu den häufigsten Vertretern in Bayern zählen derzeit die Schwarzmundgrundel (*Neogobius melanostomus*, Pallas 1814) und die Kesslergrundel (*Ponticola kessleri*, Günther 1891). Weiterhin kommen noch die Marmorierte Grundel (*Proterorhinus semilunaris*, Heckel 1837) und die Nackthalsgrundel (*Babka gymnotrachelus*, Kessler 1857) vor. In Bayern wurden somit bisher vier der insgesamt fünf in Deutschland beschriebenen Grundelarten aus dem pontokaspischen Raum nachgewiesen. Ein baldiges Auftreten der im Rheineinzugsgebiet bereits etablierten Flussgrundel (*Neogobius fluviatilis*, Pallas 1814) gilt als sehr wahrscheinlich.

Ordnung:	Perciformes	
	Gobioidei	
Familie:	Odontobutidae	
Gattung:	<i>Perccottus</i>	
	<i>Perccottus glenii</i>	Amur-Schläfergrundel
Familie:	Gobiidae	
	gobiine-like gobies	
	Benthophilinae	
Gattung:	<i>Neogobius</i>	
	<i>Neogobius fluviatilis</i>	Flussgrundel
	<i>Neogobius melanostomus</i>	Schwarzmundgrundel
	<i>Babka</i>	
	<i>Babka gymnotrachelus</i>	Nackthalsgrundel
	<i>Ponticola</i>	
	<i>Ponticola kessleri</i>	Kesslergrundel
	<i>Proterorhinus</i>	
	<i>Proterorhinus semilunaris</i>	Marmorierte Grundel

Abb. 2: Taxonomische Einordnung der in Deutschland nachgewiesenen Grundelarten (Agorretta *et al.* 2013).

Die wichtigsten Erkennungsmerkmale der hier vorgestellten Grundelarten aus dem pontokaspischen Raum sind unter anderem zwei getrennte Rückenflossen, Sinnespapillen am Kopf, das Fehlen einer Schwimmblase und einer Seitenlinie sowie die trichterförmig zu einer Saugscheibe verwachsenen Bauchflossen (Abb. 4). Diese Merkmale ermöglichen eine einfache Unterscheidung zur heimischen Mühlkoppe (*Cottus gobio*, Linnaeus 1758) und den Gründlingen (*Gobio spp.*, *Romanogobio spp.*). Bei den Schwarzmeergrundeln sind die Milchner (♂) während der Laichzeit deutlich dunkler (bis tiefschwarz) gefärbt als die Rogner (♀) und anhand der Genitalpapille eindeutig zu unterscheiden (Abb. 3 a, b). Als Hauptverbreitungsachsen in Zentraleuropa dienen die Gewässersysteme von Wolga, Dnjepr und Donau mit ihren vernetzten Kanälen, Schifffahrtsstraßen und Hafenanlagen. Im Ballastwasser größerer Schiffe können Grundeln in-

nerhalb kurzer Zeit auch über weite Strecken verschleppt werden. Schwarzmeergrundeln besitzen klebrige Eier, weshalb auch ein Transport von Gelegen an Schiffsrümpfen eine wichtige Rolle für die Ausbreitung spielen könnte (Abb. 5). Die räumlich-zeitlichen Verbreitungsmuster lassen für alle bisher in Bayern nachgewiesenen Grundelarten auf eine primäre Verschleppung mit Schiffen und eine sekundäre Ausbreitung durch Abdrift von Fischbrut und Jungfischen, sowie eine eigenständige Wanderung flussaufwärts (Brandner *et al.* 2013) schließen. Aufgrund des hohen Vermehrungspotenzials können sich einmal etablierte Initialpopulationen relativ rasch ausbreiten. Die hier vorgestellten Schwarzmeergrundeln bevorzugen je nach Art verschiedene Habitatstrukturen. Blocksteinschüttungen werden gerade bei Schifffahrtsstraßen als Uferbefestigung verbaut, um das Ufer gegen Wellenschlag zu sichern. Diese veränderten Uferstrukturen werden von



Abb. 3 a, b: Laichreife Kesslergrundeln (links) und Schwarzmundgrundeln (rechts), (♂ dunkel, ♀ hell).



Abb. 4: Ein verlässliches Erkennungsmerkmal der Schwarzmeergrundeln sind die zu einer Saugscheibe verwachsenen Bauchflossen an der Körperunterseite.



Abb. 5: Gelege einer Kesslergrundel.

den zugewanderten Arten mit Ausnahme der Nackthals- und Flussgrundel bevorzugt besiedelt.

Alle Schwarzmeergrundeln können bereits im ersten Jahr geschlechtsreif werden. Die Reproduktionsphase beschränkt sich nicht wie bei heimischen Fischarten auf eine einzelne kurze Laichzeit, sondern findet während der gesamten Vegetationsperiode statt. Die Weibchen (Rogner) laichen dabei zum Teil mit unterschiedlichen Männ-

chen (Milchner) und legen zwischen April und September mehrfach portionsweise Eier in verschiedenen Gelegen ab (sog. Portionslaicher). Die Milchner bleiben in dieser Zeit ortstreu und bewachen das Gelege, welches aus Eiern mehrerer Weibchen bestehen kann. Im Rahmen einer Brutpflege verteidigen sie das Nest aggressiv, fächeln den Eiern Frischwasser zu und fressen verpilzte Eier. Als Bruthöhle dienen harte Strukturen wie beispielsweise die Zwischenräume in Blocksteinschüttungen.

Marmorierte Grundel *Proterorhinus semilunaris* (Heckel 1837)

Herkunftsgebiet & Ausbreitungshistorie

Das ursprüngliche Verbreitungsgebiet der Marmorierten Grundel liegt im pontokaspischen Raum und umfasst das westliche Schwarzmeer-Einzugsgebiet mit dessen großen Zuflüssen. Die historische Verbreitung entlang der Donau ist unklar, da bereits um 1900 Vorkommen dieser Fischart bis Niederösterreich bekannt waren (Ahnelt 1988). Entlang der Donau-Anrainerstaaten von der Mündung bis etwa Wien wird die Art als einheimisch eingestuft. Andere Vorkommen – inklusive der in Deutschland – gelten als faunenfremd.

Seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts breitet sich die Marmorierte Grundel in der Donau rasch in Richtung

Westen aus. Als erste Grundelart in Deutschland wurde sie im Jahr 1984 in der bayerischen Donau bei Vils- hofen nachgewiesen (Laßleben 1985). Anfang der 1990er-Jahre eroberte sie den Rhein-Main-Donau-Kanal und um 1994 überwand die Marmorierte Grundel als erste Grundelart die europäischen Hauptwasserscheide (Silkenat & Kolahsa 2011). Ab 1999 wurde die Art regelmäßig entlang des Mains festgestellt (Schadt 2000; Silkenat & Kolahsa 2011). Von hier aus breitete sie sich schnell flussabwärts über das Rheineinzugsgebiet aus, erreichte 2001 die Wuppermündung nahe Düsseldorf und bereits im März 2002 das Rheindelta bei Nimwegen (Tien *et al.* 2003). Eine stromauf gerichtete Ausbreitung im Rheingebiet wurde erstmalig in der Mosel 2005 registriert (von Landwüst 2006). Wie auch bei der Schwarzmundgrundel erfolgte eine Verbreitung nach Nordamerika sowie in den baltischen Teil der Ostsee wahrscheinlich über Ballastwassertanks großer Handelsschiffe. Im Jahre 1991 erstmals im »St. Clair River« in Michigan (USA) entdeckt, wurde die Marmorierte Grundel bereits wenige Jahre später in mehreren der nordamerikanischen Großen Seen wie etwa dem »Lake St. Clair«, dem »Lake Erie«, dem »Lake Superior« und dem »Lake Huron« nachgewiesen (Jude *et al.* 1992; Fuller *et al.* 2007).



Abb. 6: Die Marmorierte Grundel (*P. semilunaris*) ist die kleinste Grundelart in heimischen Gewässern. Ein Erkennungsmerkmal sind die röhrenartig verlängerten Nasenöffnungen.

Biologie & Merkmale

Mit 7–10 cm Körperlänge handelt es sich bei der Marmorierten Grundel um die kleinwüchsigste der hier vorgestellten Arten (Harka & Farkas 2006; Kottelat & Freyhof 2007). Ausgewachsene Exemplare lassen sich an den markanten Nasenöffnungen, die röhrenartig verlängert

sind, leicht identifizieren (Abb. 6). Der Kopf ist deutlich länger als breit und das Maul ist end- bis leicht unterständig. Marmorierte Grundeln zeigen sowohl auf dem Körper als auch auf den Flossen eine bräunliche Grundfärbung mit geflecktem Muster. Wie bei anderen Fischen auch ist die Färbung jedoch sehr variabel und abhängig vom Lebensraum.

Die Marmorierte Grundel ist vor allem in der Dämmerung aktiv und ernährt sich vorwiegend von kleinen Wirbellosen (Kollin *et al.* 2011). Sie lebt generell versteckt und besiedelt neben den bevorzugten stark überströmten Bereichen und festen Strukturen auch Habitate mit

Feinsedimenten und/oder dichtem Pflanzenbewuchs (Patzner & Schweiger 2007). Generell zeigt sich die Marmorierte Grundel von den bisher in Bayern eingewanderten Grundelarten als die anpassungsfähigste hinsichtlich des bevorzugten Bodensubstrats, weshalb sie auch in schlammigen Habitaten von Auen- und Nebengewässern gefunden wird.

Die Geschlechtsreife kann bereits im ersten Lebensjahr erreicht werden (Kottelat & Freyhof 2007). Männliche Tiere nehmen während der Nestwache keine Nahrung auf und sterben nicht selten am Ende der Brutzeit (Wiesner *et al.* 2010).

Kesslergrundel *Ponticola kessleri* (Günther 1861)

Herkunftsgebiet & Ausbreitungshistorie

Die Kesslergrundel ist ebenfalls im Schwarzen Meer beheimatet. Sie besiedelt neben den Küstenregionen auch Flussmündungen und die Unterläufe der größeren Fließgewässer wie Dnjestr, Bug, Dnjepr, Don und Donau.

Die räumlich und zeitlich sehr eingeschränkten Untersuchungen vergangener Jahre erschweren einen umfassenden Überblick über die Ausbreitung der Kesslergrundel entlang ihres Expansionsgebiets an der Donau. In Österreich lassen Daten aus dem Wiener Raum das Vorkommen der Kesslergrundel seit Anfang der 1990er-Jahre

vermuten (Wiesner 2003). In Deutschland wurde die Kesslergrundel erstmals 1999 in der bayerischen Donau bei Straubing nachgewiesen (Seifert & Hartmann 2000). Erste Belege aus dem Rhein-Main-Donau-Kanal erfolgten im Jahr 2006, wobei im selben Jahr bereits ein Exemplar bei Elektrobefischungen im nordrhein-westfälischen Rheinabschnitt bei Königswinter gefangen wurde (Staas 2008). Inzwischen hat sich die Art in der gesamten schiffbaren Donau etabliert und über den Rhein-Main-Donau Kanal hinaus in den Rhein verbreitet. Derzeit ist die Art im Rheineinzugsgebiet von den Niederlanden (2009) bis in die Schweiz (2011) anzutreffen (Kessel *et al.* 2009; Kalchauer *et al.* 2012).



Abb. 7: Die Kesslergrundel (*Ponticola kessleri*) besitzt eine abgeflachte Kopfpartie mit einer breiten, langgezogenen Maulspalte.



Abb. 8 a, b: Porträt einer Kesslergrundel (rechts) und einer Koppe (links) im Vergleich. Für beide Arten besteht eine erhöhte Verwechslungsgefahr, jedoch ist die Schädel- und Körperform der Kesslergrundel vergleichsweise abgeflacht. Ein sicheres Erkennungsmerkmal stellen die zu einer Saugscheibe verwachsenen Bauchflossen der Grundel dar.

Biologie & Merkmale

Die Kesslergrundel erreicht eine Maximallänge von 22 cm (Vasil'eva & Vasilev 2003) und gehört damit zu den größeren eingewanderten Grundelarten. Ihre dunkelbraune Grundfärbung wird von helleren Zeichnungen unterbrochen (Abb. 7). Sie besitzt ein relativ breites und langgezogenes Maul, das leicht oberständig ist, weshalb die Art auf den ersten Blick leicht mit der Mühlkoppe verwechselt werden kann (Abb. 8 a, b). Im Gegensatz zur Schwarzmundgrundel besitzt die Kesslergrundel keinen schwarzen Fleck auf der ersten Rückenflosse. Die Bauchflosse ist sehr variabel in ihrer Färbung und kann orange-farben, hellgelb bis hin zu graufarben sein. Zur Laichzeit ist die Bauchflosse der Männchen, ebenso wie der restliche Körper dunkel bis tief schwarz gefärbt.

Die bevorzugte Nahrung der Kesslergrundel besteht aus wirbellosen Tieren und kleinen Fischen (Vasil'Eva & Vasil'Ev 2003; Polačik *et al.* 2009). Mageninhaltuntersuchungen zeigten, dass Flohkrebse oft bis zu $\frac{3}{4}$ der Nahrung ausmachen; auch Kannibalismus ist bekannt (Kollin *et al.* 2011; Brandner *et al.* 2013a).

Bevorzugt findet man die Kesslergrundel in vom Menschen überformten Gewässerbereichen. Ähnlich wie bei den anderen beschriebenen Arten bevorzugt sie Hartsubstrate, die als Unterstand und Bruthöhlen dienen. Man findet sie häufig an Übergängen zwischen verschiedenen Habitatstrukturen, immer jedoch assoziiert mit festen Unterstandsmöglichkeiten wie beispielsweise Kies oder Stein-schüttungen.

Schwarzmundgrundel *Neogobius melanostomus* (Pallas 1814)

Herkunftsgebiet & Ausbreitungshistorie

Die Art ist neben dem Schwarzen Meer auch im Asowschen Meer, Kaspischen Meer und Marmarameer beheimatet. Dort besiedelt sie, wie die anderen Arten, neben den Küstenregionen auch Flussmündungen und die Unterläufe der größeren Fließgewässer. Die Schwarzmundgrundel verfügt von den hier vorgestellten Grundelarten derzeit über das größte neu erschlossene Verbreitungsgebiet. Ausgehend von ihrer ursprünglichen Verbrei-

tungsgrenze im Unterlauf der Donau bis Bulgarien (Drensky 1951 in Pinchuk *et al.* 2003) gelangte die Art über das östliche Donauebiet bis nach Deutschland. In der österreichischen Donau im Raum Wien gilt die Schwarzmundgrundel bereits seit der Jahrtausendwende als etabliert (Wiesner *et al.* 2000). Erste Vorkommen aus dem deutsch-österreichischen Grenzgebiet bei Engelhartzell sind aus dem Jahr 2003 bekannt (Zauner & Ratschan 2004). Bereits 2004 wurde die Art bei Passau und Straubing nachgewiesen (Paintner & Seifert 2006). Heute



Abb. 9a, b: Die Schwarzmundgrundel (*Neogobius melanostomus*). Links ein ♂ in der charakteristischen Laichfärbung.



Abb. 9c: Juvenilstadium einer Schwarzmundgrundel.
Ein sicheres Erkennungsmerkmal gegenüber den anderen Grundelarten ist der ausgeprägte schwarze Fleck auf dem hinteren Ende der ersten Rückenflosse.

prägt die Schwarzmundgrundel im gesamten Donauverlauf – von ihrem ursprünglichen Verbreitungsgebiet bis zur derzeitigen Verbreitungsgrenze nahe dem Donau-durchbruch bei Weltenburg (Brandner 2014) – die Fischfauna entlang regulierter Ufer (Jepsen *et al.* 2008; Wiesner *et al.* 2008).

Studien aus dem nordamerikanischen Raum haben eine Einschleppung der Schwarzmundgrundel in die Großen Seen (»Great Lakes«) über Ballastwassertanks großer Handelsschiffe belegt (Charlebois *et al.* 1997, 2001). Seit ihrer Entdeckung um 1990 hat sich die Art dort innerhalb weniger Jahre explosionsartig ausgebreitet.

Über den Rhein-Main-Donau-Kanal und/oder den Nord-Ostsee-Kanal erfolgte höchstwahrscheinlich eine Verschleppung mit Frachtschiffen in das Rheineinzugsgebiet. Der Erstdnachweis gelang im Jahr 2004 in den Niederlanden, mit dem Fang von zwei Individuen im Fluss Lek bei Schoonhoven (Van Beek 2006). Im deutschen Rhein konnten Schwarzmundgrundeln erstmals Anfang August 2008 bei Dormagen-Zons nachgewiesen werden

(Staa 2008). Mittlerweile ist die Art entlang des gesamten Rheineinzugsgebiets bis in den Hochrhein bei Basel anzutreffen (Kalchauer *et al.* 2012). Über den Niederrhein breitet sich die Schwarzmundgrundel in das Rhein-Maas-Schelde-System aus. Der Erstdnachweis aus Belgien erfolgte im Jahr 2010 in der Schelde bei Liefkenshoek-tunnel (Verreycken *et al.* 2011). Das Einzugsgebiet der Schelde markiert derzeit das westlichste Verbreitungsgebiet von Schwarzmeergrundeln in Europa.

Auch im baltischen Raum erfolgte wahrscheinlich eine Verschleppung der Schwarzmundgrundel über Frachtschiffe (Sapota 2004). Die ersten Schwarzmundgrundeln im Ostseegebiet wurden im Juni 1990 an der Spitze der Halbinsel Hel in der Danziger Bucht gefangen (Sapota 2004). Der Erstdnachweis aus dem Küstengebiet der deutschen Ostsee erfolgte bereits 1998 südöstlich von Rügen (Corkum *et al.* 2004). Mittlerweile umfasst das Verbreitungsgebiet der Schwarzmundgrundel die Küstengebiete nahezu aller Ostseeanrainerstaaten.

Ähnlich wie in Nordamerika findet auch in Europa eine stromaufwärts gerichtete sekundäre Ausbreitung, z. B. in die großen Zuflüsse der Ostsee statt. Im Jahr 1995 wurde *N. melanostomus* erstmals außerhalb der Danziger Bucht im Mündungsgebiet der Weichsel beobachtet (Sapota & Skora 2005). Bereits 2002 wurden die ersten Individuen rund 130 km stromaufwärts, nahe dem Bromberger Kanal welcher das Weichsel- mit dem Odergebiet über Netze und Warthe verbindet, nachgewiesen (Kostrzewa & Grabowski 2003). Erste Nachweise aus dem brandenburgischem Nationalpark »Unteres Odertal« stammen aus dem Jahr 2013 (Pressemitteilung 27.09.2013, MUGV).

In weniger als zwei Jahrzehnten hat es die Schwarzmundgrundel geschafft, sich in den Einzugsgebieten nahezu aller großen Flüsse Deutschlands sowie in den Küstenregionen der Ostsee zu etablieren.

Biologie & Merkmale

Zu erkennen ist die Grundelart an ihrem charakteristischen schwarzen Fleck auf dem hinteren Ende der ersten Rückenflosse (Abb. 9a, c). Des Weiteren weist sie einen schwarzen Strich zwischen Auge und Mundspalte auf, dem sie ihren deutschen Namen zu verdanken hat. Generell zeigt sie eine rundliche und gedrungene Körperform. Die Färbung variiert von gräulich bis bräunlich mit dunkelbraunen bis schwarzen Flecken. Die Schwarzmundgrundel erreicht in seltenen Fällen eine Körperlänge von bis zu 25 cm, häufig bleibt sie jedoch deutlich kleiner (Wiesner & Zauner 2003; Brandner *et al.* 2013c).

Die Schwarzmundgrundel ist sehr anpassungsfähig was ihre Nahrungswahl betrifft und damit gut an wechselnde Bedingungen angepasst. Sie frisst bevorzugt Krebstiere, Insektenlarven und Weichtiere (Kollin *et al.* 2011; Brandner *et al.* 2013a). Sie verschmäht sogar durch ihre harten Schalen geschützte Muscheln nicht, da ihr Verdauungssystem speziell daran angepasst ist (Ghedotti *et al.* 1995; Andraso *et al.* 2011). Neben den genannten Organismen werden aber auch zahlreiche andere Wirbellose, Detritus und verendete Tiere gefressen. In einigen Regi-

onen stellt die Schwarzmundgrundel einen bedeutenden Fischlaichräuber dar (Steinhart *et al.* 2004; Fitzsimons *et al.* 2006), während in neueren Untersuchungen an bayerischen Fließgewässern Fische oder Fischlaich in Grundelmägen nur in sehr geringen Mengen nachgewiesen werden konnten (Kollin *et al.* 2011; Brandner *et al.* 2013a).

Im ursprünglichen Verbreitungsgebiet besiedeln Schwarzmundgrundeln eine enorme Vielfalt unterschiedlicher Lebensräume (Pinchuk *et al.* 2003): Im Schwarzen Meer kommen sie über steinigem bis sandigem Grund in Tiefen von 1,5 m bis 20 m vor. Daneben besiedeln sie brackige Lagunen und Flussdeltas sowie Süßgewässer wie Seen und Flüsse. Dies zeigt die enorme ökologische Plastizität, die es der Art ermöglicht, sich rasch neue Areale zu erschließen. In neu besiedelten Gewässern bevorzugt sie vor allem Regionen, die geprägt sind von festen, steinigen Strukturen. Künstliche Blocksteinschüttungen kommen der Art offenbar entgegen, da diese Habitatstrukturen bevorzugt besiedelt werden (Sindilariu *et al.* 2006). Eine wichtige Rolle bei der Ausbreitung kommt insbesondere dem Vorkommen und der Verfügbarkeit der Nahrung zu (Brandner 2014).

Nackthalsgrundel *Babka gymnotrachelus* (Kessler 1857)

Herkunftsgebiet & Ausbreitungshistorie

Das ursprüngliche Herkunftsgebiet dieser Art gleicht in etwa dem der Schwarzmundgrundel. Wie auch bei der Kesslergrundel lassen räumlich und zeitlich eingeschränkte Untersuchungen keinen umfassenden Überblick über die Ausbreitungshistorie an der Donau zu. In der österreichischen Donau nahe Wien wurden erstmals im Oktober 1999 Exemplare der Nackthalsgrundel nachgewiesen (Zweimüller *et al.* 2000; Ahnelt *et al.* 2001). In Deutschland gelang der Erstnachweis im Jahr 2011 fast zeitgleich in der Nähe von Regensburg und Mariaposching (Haertl *et al.* 2012). Es ist wahrscheinlich, dass die Art mittlerweile in allen Donau-Anrainerstaaten bis zum Delta – vermutlich etabliert – vorkommt. Des Weiteren hat sich die Nackthalsgrundel über den Dnepr-Bug-Kanal bis in den Ostseeraum Polens verbreitet. Erste Funde aus dem Mittellauf der Bug stammen aus dem Jahr 1995 (Danilkiewicz 1996). Der Erstnachweis in der oberen

Weichsel erfolgte im Jahr 1996 (Dönni & Freyhof 2002). Seit der Jahrtausendwende gilt die Art in der unteren Weichsel und im Wloclawek Stausee nahe Warschau als etabliert (Kostrzewa & Grabowski 2002, 2003; Kakareko *et al.* 2005).

Biologie & Merkmale

Die Nackthalsgrundel erreicht eine maximale Größe von etwa 20 cm, in seltenen Fällen auch darüber (Wiesner & Zauner 2003). Kennzeichnend ist der schuppenlose Bereich zwischen den Augen und dem Ansatz der ersten Rückenflosse, woher sich auch der deutsche Name Nackthalsgrundel ableitet (Abb. 10a, b). Die Art ist leicht mit der Schwarzmundgrundel zu verwechseln, jedoch fehlt ihr der schwarze Fleck auf der ersten Rückenflosse. Ebenso wie die Schwarzmundgrundel weist die Nackthalsgrundel häufig einen schwarzen Strich zwischen Auge



Abb. 10 a, b: Die Nackthalsgrundel (*Babka gymnotrachelus*) wurde in Bayern bisher kleinräumig in der Nähe von Regensburg und Mariaposching nachgewiesen. Links ein ♂ in Laichfärbung.

und Maul auf, was die Gefahr der Verwechslung erhöht. Die Grundfärbung ist gräulich, kann aber ins gelbliche übergehen. Die Flanke weist diagonale dunkle, zum Teil schwarze Bänder auf, die ebenfalls charakteristisch für die Art sind (Wiesner & Zauner 2003).

Die Ernährung der Nackthalsgrundel ist lediglich aus Bereichen ihres ursprünglichen Verbreitungsgebietes bekannt. Sie frisst dort überwiegend Krebstiere, verschmät

aber auch Würmer, Schnecken bzw. Muscheln und Fische nicht. Dies hängt vermutlich hauptsächlich vom jahreszeitlich bedingten Nahrungsangebot ab (Miller 2004). In ursprünglichen Verbreitungsgebieten bewohnt die Nackthalsgrundel schlammige und sandige Bereiche. In ähnlichen Bereichen eines Altarms bei Regensburg gelang der Erstnachweis dieser Art in der bayerischen Donau (Haertl *et al.* 2012).

Flussgrundel *Neogobius fluviatilis* (Pallas 1814)

Herkunftsgebiet & Ausbreitungshistorie

Die Art ist ursprünglich im Schwarzen und Asowschen Meer beheimatet und besiedelt wie die anderen Arten neben den Küstenregionen auch die Flussmündungen und Unterläufe der größeren Fließgewässer.

Die Flussgrundel wurde in Deutschland erstmalig 2008 im Niederrhein bei Duisburg nachgewiesen (Staas 2008). Mittlerweile kommt die Art in weiten Teilen entlang des Rheins bis in die Niederlande vor. Der Erstnachweis erfolgte dort im Jahr 2009 in der Waal (Kessel *et al.* 2009).

In Bayern konnte die Flussgrundel bisher noch nicht gefunden werden (Stand Okt. 2014), ein Nachweis in den nächsten Jahren ist jedoch sehr wahrscheinlich. Nächstgelegene Vorkommen im Donausystem stammen aus dem Einzugsgebiet der Raab (Raba), wo die Art im Jahr 2003 nahe der österreichischen Grenze erfasst wurde (Harka & Bíró 2007). Daneben hat sich die Flussgrundel in Polen weitläufig entlang der Weichsel etabliert (Dönni & Freyhof 2002; Kostrzewa & Grabowski 2002; Kaka-

reko *et al.* 2005). Erste Vorkommen in der unteren Weichsel wurden im Mai 2002 aus dem Wloclawek Stausee bei Murzynowo belegt (Kostrzewa & Grabowski 2002). Seit 2003 gibt es Nachweise im Bereich des Bromberger Kanals (Kanal Bydgoski), einer schiffbaren Verbindung zur Netze (Notec) im Warthegebiet (Semenchenko *et al.* 2011). Ein baldiges Auftreten im Odergebiet ist somit zu erwarten.

Biologie & Merkmale

Flussgrundeln werden bis zu 20 cm lang (Wiesner *et al.* 2010). Kennzeichnend für die Art sind die schlanke Körperform und die hell-bläulich irisierende Färbung (Abb. 11). Im Gegensatz zu den anderen Grundelarten sind die Bauchflossen bei dieser Art auffallend hell gefärbt. Entlang der Flankenmitte zieht sich eine Abfolge dunkler Pigmentflecken in Form einer unterbrochenen Linie. Das Maul ist leicht oberständig mit vorstehendem Unterkiefer (Wiesner *et al.* 2010).

Die Flussgrundel bevorzugt sandiges Sohlsubstrat (Čáková *et al.* 2008), zum Teil auch mit Makrophytenbewuchs. Vor allem nachts werden sandige Uferzonen zur Nahrungsaufnahme aufgesucht. Wo genau sich die Flussgrundel tagsüber aufhält, ist bisher noch unklar. Aquarienbeobachtungen zeigen, dass sich diese Art gerne in Sand eingräbt.

Generell werden von der Flussgrundel benthische Invertebraten (Mollusken, Insektenlarven, Krebse) als Nahrung bevorzugt (Miller 2004). Im Rhein besteht die Hauptnahrung aus Flohkrebse und kleinen Fischen, in der Donau werden neben Flohkrebse vor allem auch Insektenlarven gefressen (Adamek *et al.* 2007; Borchering *et al.* 2013).

Eine Hybridisierung zwischen Fluss- und Schwarzmundgrundel ist möglich und wurde anhand von Exemplaren aus dem Rhein im Jahr 2013 erstmalig für neu besiedelte Verbreitungsgebiete nachgewiesen (Lindner *et al.* 2013).



Abb. 11: Die Flussgrundel (*Neogobius fluviatilis*) wurde in Bayern bisher noch nicht nachgewiesen, gilt jedoch bereits in weiten Teilen des Rheineinzugsgebiets als etabliert.

Amur-Schläfergrundel *Percottus glenii* (Dybowski 1877)

Herkunftsgebiet & Ausbreitungshistorie

Im Gegensatz zu den bisher vorgestellten Grundelarten stammt die Amur-Schläfergrundel (Abb. 12) nicht aus dem pontokaspischen Raum, sondern aus Teilen Russlands (Amur, Sakhalin, Khabarovsk, Primorie) sowie dem Nordosten Chinas und dem nördlichen Nordkorea (Reshetnikov 2010).

Die Ersteinfuhr der Amur-Schläfergrundel nach Europa erfolgte bereits 1912, nachdem einige Exemplare als Zierfische in das damalige Petrograd (St. Petersburg) importiert und etwa vier Jahre später in benachbarte natürliche Gewässer ausgesetzt wurden (Reshetnikov & Schliewen 2013). Bis heute wurde die Amur-Schläfergrundel in mehr als 13 voneinander isolierte Lebensräumen über dem Eurasischen Kontinent ausgebracht und konnte sich in einem Gebiet verbreiten, das um ein Vielfaches größer ist als ihr ursprüngliches Herkunftsareal (Reshetnikov & Ficetola 2011). Derzeit sind gebietsfremde Nachweise der Art aus mindestens 16 asiatischen und europäischen Ländern bestätigt (Reshetnikov 2010; Reshetnikov & Ficetola 2011).



Abb. 12: Die Amur-Schläfergrundel (*Percottus glenii*) wird nicht zu den sogenannten »Schwarzmeergrundeln« gezählt. Diese aus dem asiatischen Raum stammende Grundelart wurde in Deutschland erstmalig im Jahr 2013 im Charlottenhofer Weihergebiet in der Oberpfalz nachgewiesen.

Zahlreiche Vorkommen der Amur-Schläfergrundel in Osteuropa beschränken sich auf Aquakulturenanlagen und sind wahrscheinlich auf eine Einfuhr durch kommerziellen Fischtransport zurückzuführen (Reshetnikov & Schliewen 2013). Auch das der-

zeit westlichste und bisher einzige Vorkommen der Amur-Schläfergrundel in Deutschland wurde im Charlottenhofer Weihergebiet, einer extensiv genutzten Teichlandschaft und dem zweitgrößten Naturschutzgebiet der Oberpfalz, nachgewiesen (Reshetnikov & Schliewen 2013). Bisherige Studien haben ergeben, dass eine stromaufwärts gerichtete Wanderung in Fließgewässern bei der Amur-Schläfergrundel kaum oder nur sehr langsam stattfindet, eine Ausbreitung stromabwärts dagegen rasch erfolgen kann (Reshetnikov 2013). Da die Charlottenhofer Weiher über die Naab mit dem Einzugsgebiet der Donau verbunden sind, ist eine weitere Ausbreitung bis in die obere und mittlere Donau möglich (Reshetnikov & Schliewen 2013).

Biologie & Merkmale

Die Amur-Schläfergrundel kann eine maximale Größe von 25 cm erreichen (Wiesner *et al.* 2010). Ihre Körperform ist leicht hochrückig und der Kopf nur unwesentlich breiter als der restliche Körper. Das Maul ist leicht oberständig. Der Körper ist beschuppt und variiert in der Färbung von blaugrün bis braun mit dunklen Bändern und Flecken. Im Gegensatz zu den Schwarzmeergrundelarten sind die beiden Bauchflossen bei der Schläfergrundel getrennt und nicht zu einer Saugscheibe verwachsen. Eine Verwechslungsgefahr besteht zur Koppe (*Cottus go-*

bio), die jedoch einen deutlich breiteren Kopf hat und keine Schuppen besitzt.

Die Amur-Schläfergrundel wird im Alter von ein bis drei Jahren geschlechtsreif und laicht in mehreren Schüben zwischen Mai und Juli bei einer Wassertemperatur von 15–20 °C. Die Eier werden für gewöhnlich an die Blattunterseite von Wasserpflanzen geheftet und das Gelege sowie die geschlüpften Larven werden von den Milchnern bewacht (Wiesner *et al.* 2010).

In ihren ursprünglichen Verbreitungsgebieten besiedelt die Art stehende oder schwach durchströmte Gewässer wie Teiche, Seen und Altwasserarme (Nikolskiy 1956). Ähnliche Habitats werden auch in Europa bevorzugt (Terlecki & Palka 1999; Reshetnikov & Schliewen 2013). Die Amur-Schläfergrundel zeigt eine hohe Toleranz gegenüber Sauerstoffmangel und Temperaturschwankungen und kann durch Eingraben im Schlamm auch Frost- und Trockenphasen überdauern (Terlecki & Palka 1999; Kottelat & Freyhof 2007).

Die Ernährung der räuberischen Art umfasst ein weites Spektrum tierischer Kost, darunter auch Jungfische und Laich (Berg 1965). Negative Auswirkungen auf Kamm- (*Triturus cristatus*) und Teichmolche (*Triturus vulgaris*), Grünfrösche der Gattung *Rana* (Manteifel & Reshetnikov 2002) sowie die Reproduktion der Karausche (*Carassius carassius*) sind bekannt (Reshetnikov 2003). Die Amur-Schläfergrundel kann somit eine Gefahr für den Fisch- und Amphibienbestand heimischer Gewässer darstellen.

Rechtliche Einstufung der in Deutschland vorkommenden Arten

Rote Liste gefährdeter Arten

Die Marmorierte Grundel wurde 1998 als erste der Schwarzmeergrundeln mit dem Status »ungefährdet« in die Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands aufgenommen. In der Version von 2009 werden Marmorierte Grundel, Flussgrundel, Kesslergrundel und Schwarzmundgrundel als Neobiota geführt und in keine der Gefährdungskategorien eingestuft.

In der Bayerischen Roten Liste von 2003 erscheinen Kesslergrundel und Marmorierte Grundel als Arten der Vorwarnliste. Bei der anstehenden Überarbeitung der Bayerischen Liste werden die derzeit vorkommenden pontokaspischen Grundelarten analog zur bundesdeutschen Liste nicht mehr bewertet.

EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL)

Bei der fischbasierten Bewertung des ökologischen Gewässerzustands nach den Vorgaben der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) finden die pontokaspischen Grundeln in Deutschland bislang noch keine Berücksichtigung. Grund hierfür sind die bestehenden Wissenslücken hinsichtlich der Lebensraumsansprüche (z. B. Wanderdistanz, Nahrungspräferenz) der einzelnen Arten. Erst

wenn eine deutschlandweit anerkannte einheitliche ökologische Klassifizierung der verschiedenen Grundelarten vorliegt, können diese möglicherweise als Indikatorarten in das bestehende Bewertungsverfahren integriert werden. Aufgrund der enormen Abundanzen wäre eine Aufnahme der Grundelarten in das Bewertungssystem sehr wichtig.

Ausführungsverordnung Bayerisches Fischereigesetz (AVBayFiG, 2010)

Gemäß der Verordnung zur Ausführung des bayerischen Fischereigesetzes (AVBayFiG) existiert für **keine** der Schwarzmeergrundeln eine **Fangbeschränkungen nach Zeit oder Maß** (§ 11 Abs. 3 Satz 1). Das **Zurücksetzen** nach dem Fang (§ 11 Abs. 8) sowie der **Erstbesatz sind**

verboten (§ 22 Abs. 4 Satz 1). Dementsprechend sind gefangene Schwarzmeergrundeln aus dem Gewässer zu entnehmen, tierschutzgerecht zu töten und einer sinnvollen Verwertung zuzuführen.

Schwarze Liste invasiver Arten Deutschlands

Im Rahmen der Vorgaben der Konvention zur Artenvielfalt wurde für Deutschland und Österreich eine Methodik zur Klassifizierung gebietsfremder Arten und deren Gefährdungspotenzial für die heimische Flora und Fauna erarbeitet. Die Einteilung invasiver Arten in Schwarze, Graue und Weiße Listen soll dem Artenschutz ein Frühwarnsystem und ein Instrument zum effektiven Management der Ausbreitung bieten. Die Schwarze Liste für Arten mit den größten negativen Auswirkungen wird in drei Teillisten untergliedert, welche hauptsächlich auf die Größe des Ausbreitungsareals und vorhandene Bekämpfungsmaßnahmen Bezug nehmen. Die Graue Liste – mit zwei Teillisten – beinhaltet Neobiota, für welche lediglich begründete Annahmen (Handlungsliste) oder Hinweise

(Beobachtungsliste) für eine potenzielle Gefährdung einheimischer Arten vorliegen. In der Weißen Liste finden sich gebietsfremde Arten ohne Gefahrenpotenzial für die Biodiversität.

Nur eine der hier betrachteten pontokaspischen Grundelarten, die Schwarzmundgrundel (*N. melanostomus*), wurde bisher in die Schwarze Liste aufgenommen (Tab. 1). Alle weiteren Schwarzmeergrundeln werden in der veralteten Fassung (Stand Jan. 2010) als »potenziell invasiv« eingestuft (Nehring *et al.* 2010; Wiesner *et al.* 2010). Mit der anstehenden Überarbeitung der »Schwarzen Liste« sind umfassende Änderungen hinsichtlich der Klassifizierung zu erwarten.

Tab. 1: Einstufungen der Grundeln in der Schwarzen Liste invasiver Arten Deutschlands. (Nehring *et al.* 2010, BfN Skript 285)

Wiss. Name	Gemeiner Name	Status*	Einstufung	Verbreitung#
<i>Neogobius fluviatilis</i>	Flussgrundel	Etabliert	Graue Liste – Beobachtung	Kleinräumig
<i>Babka gymnotrachelus</i>	Nackthalsgrundel	Neu	Graue Liste – Beobachtung	Kleinräumig
<i>Ponticola kessleri</i>	Kesslergrundel	Etabliert	Graue Liste – Beobachtung	Kleinräumig
<i>Neogobius melanostomus</i>	Schwarzmundgrundel	Etabliert	Schwarze Liste – Management	Großräumig
<i>Proterorhinus semilunaris</i>	Marmorierte Grundel	Etabliert	Graue Liste – Beobachtung	Kleinräumig
<i>Perccottus glenii</i>	Amur-Schläfergrundel	Fehlend	Schwarze Liste – Warnliste	Fehlend

* Etabliert: Die gebietsfremde Art überdauert wildlebend im Bezugsgebiet über einen längeren Zeitraum und pflanzt sich selbständig fort.

Kleinräumig: Die gebietsfremde Art weist im Bezugsgebiet ein bis mehrere, zum Teil deutlich voneinander entfernte Vorkommen(sgebiete) auf, die aber nicht mehr als etwa 1 % der Gesamtfläche ausmachen.

Großräumig: Die gebietsfremde Art weist im Bezugsgebiet zahlreiche, sich meist über ein großes Gebiet erstreckende Vorkommen auf.

Verbreitung von Grundeln in Bayern

Die ersten Schwarzmeergrundeln in Bayern wurden Mitte der 1980er Jahre in der Donau nachgewiesen. Das bayerische Wasserstraßennetz, welches die ehemals getrennten Einzugsgebiete von Donau und Rhein durch den Rhein-Main-Donau-Kanal (RMD-Kanal) verbindet, nimmt im Hinblick auf den Expansionsverlauf der pontokaspischen Grundelarten in Westeuropa eine bedeutende Schlüsselrolle ein. Mit dem Aufkommen der ersten Massenbestände gab es zunächst nur wenige, räumlich und zeitlich stark eingeschränkte Untersuchungen zu den Ausbreitungsprozessen an bayerischen Gewässern. Um einen Gesamtüberblick über die Situation entlang der heimischen Gewässer geben zu können, startete der Landesfischereiverband Bayern e.V. (LFV Bayern) im Jahr 2009 ein umfassendes Projekt zur Erfassung von Grundeln und deren Auswirkungen entlang ihrer gegenwärtigen Hauptverbreitungssachse an Donau, RMD-Kanal und Main. Zu diesem Zweck führte der LFV Bayern in Kooperation mit der bayerischen Fischereiverwaltung – mit dem Institut für Fischerei in Starnberg als Koordinationsstelle und den an Donau und Main betroffenen Fischereifachberatungen der bayerischen Bezirke – in den Jahren 2010/2011 standardisierte Bestandserhebungen durch. Weiterhin wurde

das Auftreten von Grundelbeständen in Bayern durch meldungspflichtige Elektro-/Reusenbefischungen von Berufsfischern oder im Rahmen weiterer Untersuchungen zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie erfasst. Letztere wurden vom Bayerischen Landesamt für Umwelt, den Fachberatungen für Fischerei der Bezirke und im baden-württembergischen Main von der Fischereiforschungsstelle Langenargen durchgeführt.

Im gleichen Zeitraum erfolgten durch den Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie der Technischen Universität München (TUM) und die Zoologische Staatssammlung München (ZSM) wissenschaftliche Untersuchungen zur Invasionsdynamik einwandernder Grundelarten in der oberen Donau. Das entsprechende Projekt wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) finanziert. Neben der Entdeckung einer Invasionsfront eröffnete sich hier unter anderem die Möglichkeit, Unterschiede bezüglich Ernährungsökologie, Wachstumsleistung, Morphologie und Parasitenlast von Pionieren zu verschiedenen Zeitpunkten des Invasionsprozesses systematisch zu untersuchen (Haertl *et al.* 2012; Brandner *et al.* 2013a, b, c; Cerwenka *et al.* 2014a, b; Lindner *et al.* 2013; Brandner 2014).

Methoden

Die Fischbestandserhebungen des Landesfischereiverbandes Bayern und der Bayerischen Fischereiverwaltung erfolgten in Anlehnung an die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRRL) mittels Elektrobefischungen, an ausgewählten Probestellen auf einer Länge von bis zu 3000 m Uferlinie. Diese Probestrecken unterteilten

sich in Abschnitte von jeweils 200 m Länge, die getrennt voneinander bewertet wurden. Um der Frage nachzugehen, inwieweit Grundeln in der Lage sind, in die Seitenzuflüsse entlang der Hauptverbreitungssachse von Donau, RMD-Kanal und Main vorzudringen und welche Parameter von Bedeutung sind, damit sich Grundelbestände dort

dauerhaft etablieren können, wurden neben Probestellen in den Hauptflüssen Donau, RMD-Kanal und Main auch Probestrecken von 1500 m Uferlänge in den Mündungsbereichen wichtiger Seitenzuflüsse ausgewählt. Darüber hinaus wurden einige der tagsüber befischten Abschnitte im direkten Anschluss auch nachts befischt. An ausgewählten Abschnitten der Donau wurde die Biomasse der gefangenen Fische ermittelt. Nach der Elektrobefischung eines 200 m-Abschnitts wurde die Länge und bei ausreichender Größe das Gewicht der Fische erfasst. Grundeln wurden aufgrund ihres geringen Gewichts getrennt nach Arten als Sammelprobe gewogen und daraus ein Korpuslenzfaktor ermittelt (Ache & Ruff 2011).

Die im Rahmen dieser Untersuchungen erfasste Anzahl an Grundeln gibt nur einen Teil des tatsächlichen Bestandes wieder. Ebenso sind die realen Biomassen vermutlich deutlich höher zu bewerten. Die Effektivität der Fangmethoden ist in Bezug auf Grundeln – vor allem in den bevorzugten Mikrohabitaten der Blocksteinschüttung – eher als gering einzustufen. Im Rahmen der Elektrofischerei ist dies im Wesentlichen auf den fehlenden Auftrieb der Grundeln sowie das für den Kescher schlecht zugängli-

che Lückensystem zwischen den Steinen zurückzuführen. In der Auswertung der oben genannten Befischungen wurde die Fangeffektivität der Methodik nicht berechnet, dennoch erlauben die Ergebnisse wertvolle Vergleiche über den Verbreitungszustand sowie die relativen Bestandsdichten und Biomassen in Bayern.

Im Rahmen der gemeinsam durch den Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie der TUM und der Zoologischen Staatssammlung München durchgeführten Untersuchungen wurde an der Donau die Methode der »point-abundance-sampling« (PAS)-Elektrobefischung angewendet. Hierbei erfolgten im Uferbereich punktuelle Befischungen an zahlreichen kleinen Teilabschnitten, um mit der niedrigsten Selektivität (Art, Größe, Geschlecht, Ernährungszustand) bei höchster Effizienz (Fang, Art) quantitative Daten zur Fischzönose zu erheben. Brandner *et al.* (2013b) liefern in diesem Zusammenhang umfassende Erkenntnisse in Bezug auf eine zukünftige Standardisierung und Vergleichbarkeit für verschiedene Methoden der Abundanzbestimmung von Grundeln.

Grundelvorkommen in Bayern (2010/2011)

In den Abbildungen 14–16 sind die Ergebnisse der in den Jahren 2010/2011 systematisch durchgeführten Erhebungen über die Bestandsituation der in Bayern



Abb. 13: Portrait erfolgreicher Invasoren: Die Kesslergrundel (links) und vor allem die Schwarzmundgrundel (rechts) sind in Bayern derzeit die häufigsten Vertreter unter den eingewanderten Grundelarten.

häufig auftretenden Arten Marmorierte Grundel, Kessler- und Schwarzmundgrundel in einer Gesamtübersicht dargestellt. Die Bestandsdichten der drei Grundelarten wurden an ausgewählten Gewässerabschnitten auf einer Länge von max. 3000 m durch Elektro- und/oder Reusenbefischungen abgeschätzt, wobei zwischen »häufiges Vorkommen (>100 Individuen pro Befischungsabschnitt)«, »geringes Vorkommen« (1 – 100 Individuen pro Befischungsabschnitt)« und »kein Nachweis« unterschieden wird. Die Befischungsergebnisse stammen aus den Jahren 2010/2011 und spiegeln eine Momentaufnahme für diesen Zeitraum wider. Als Datengrundlage flossen Befischungsdaten ein, die durch die Fachberatungen für Fischerei der Bezirke Oberfranken, Unterfranken, Mittelfranken, Oberpfalz und Niederbayern, das Bayerische Landesamt für Umwelt, den Landesfischereiverband Bayern e. V., den Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie der Technischen Universität München und die Zoologische Staatssammlung München erhoben wurden.

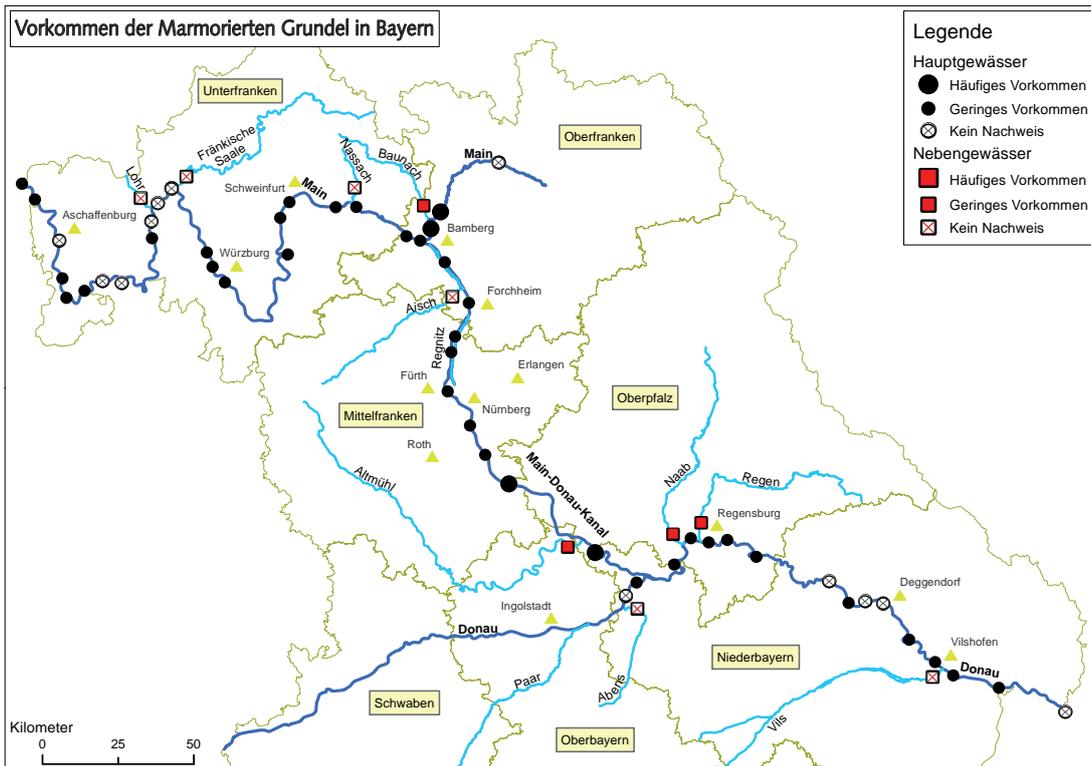


Abb. 14: Verbreitung der Marmorierten Grundel (*Proterorhinus semilunaris*) im Zeitraum: 2010/2011. Häufiges Vorkommen: >100 Individuen, geringes Vorkommen: 1–100 Individuen, kein Nachweis.

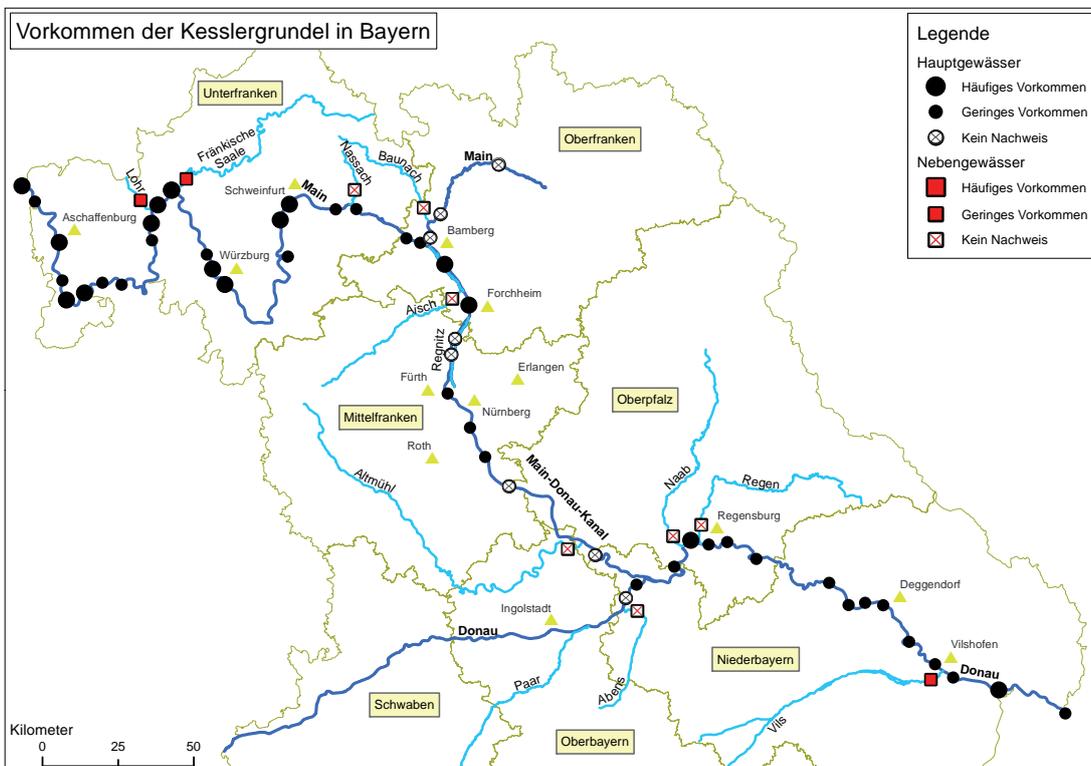


Abb. 15: Verbreitung der Kesslergrundel (*Ponticola kessleri*) Zeitraum: 2010/2011. Häufiges Vorkommen: >100 Individuen, geringes Vorkommen: 1–100 Individuen, kein Nachweis.

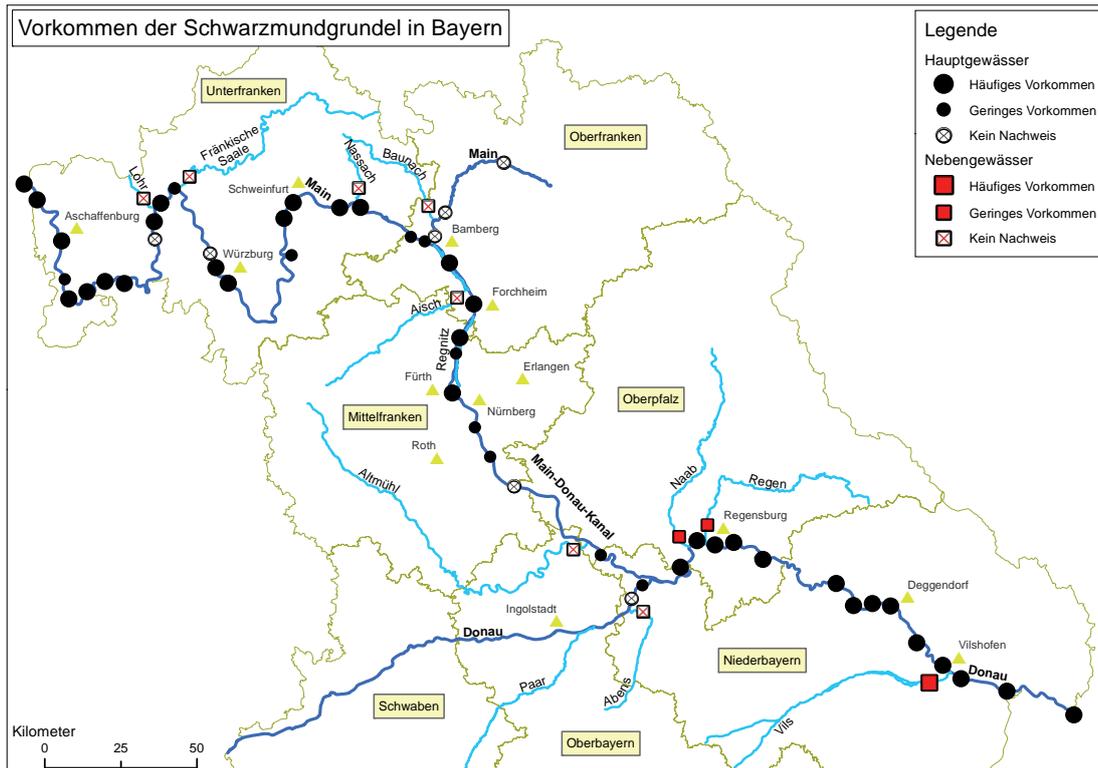


Abb. 16: Verbreitung der Schwarzmundgrundel (*Neogobius melanostomus*) Zeitraum: 2010/2011.
 Häufiges Vorkommen: >100 Individuen, geringes Vorkommen: 1–100 Individuen, kein Nachweis.

Die westliche Verbreitungsgrenze der Schwarzmeergrundeln in der Donau konnte gegen Ende des Untersuchungszeitraumes (2011) im Bereich des Donaudurchbruchs nahe Kelheim festgestellt werden (Brandner *et al.* 2013c). Inzwischen hat sich die Schwarzmundgrundel massenhaft oberhalb des Klosters Weltenburg etabliert (mündl. Mitt. Brandner 2014).

Die stromauf gerichtete östliche Verbreitungsgrenze der Schwarzmeergrundeln im Obermain konnte im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen von 2010 nicht exakt lokalisiert werden, ließ sich aber auf den Bereich zwischen Baunach und Lichtenfels eingrenzen (Strätz *et al.* 2010).

Bestandsentwicklung im zeitlichen Verlauf

Der Einwanderungsprozess von Grundeln in fremde Faunengebiete – von der Bildung neuer Initialpopulationen bis hin zur Etablierung derzeitiger Bestände – wird in seinem zeitlichen Verlauf von einer Vielzahl ökosystemarer Abläufe geprägt. Untersuchungen der letzten Jahre machten bereits deutlich, mit welcher Geschwindigkeit sich das räumlich-zeitliche Verbreitungsmuster von Grundelarten in heimischen Gewässern verändern kann. Um die populationsdynamischen Entwicklungen im Ausbrei-

tungsprozess expandierender Grundelbestände an bayerischen Gewässern zu verstehen, ist es notwendig, die im Zeitraum 2010/2011 gewonnenen Daten mit denen vergangener Untersuchungen zu vergleichen. Auf diese Weise können die Ergebnisse, welche eine Momentaufnahme der in diesem definierten Zeitraum durchgeführten Untersuchungen widerspiegeln, auch im Zusammenhang der bisherigen Invasionsgeschichte an bayerischen Gewässern ausgewertet werden.

Im Zuge zahlreicher Projekte wurden in den Jahren 2004 bis 2006 durch das Büro für Naturschutz-, Gewässer- und Fischereifragen (BNGF) umfangreiche Fischbestandserhebungen an der bayerischen Donau nach den Richtlinien des Verbands Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaftler e.V. (VDFF 2000) durchgeführt (Paintner 2007). Die Abundanz gefangener Grundeln wurde bei diesen Erhebungen, soweit es sich nicht um größere Exemplare über 10 cm Länge handelte (Einzelerfassung mit Längenmessung), halbquantitativ in eine fünfstufigen Häufigkeiten-Skala eingestuft. Die Angaben beziehen sich auf definierte Befischungstreckenlängen zwischen 200 m und 500 m Länge innerhalb der jewei-

ligen Untersuchungsgebiete. Aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen wurde von Paintner (2007) die Verbreitung und Häufigkeit von Grundelarten in der bayerischen Donau dargestellt (Abb. 17–19). Ein Großteil späterer, im Zeitraum 2010/2011 in Bayern durchgeführter Untersuchungen, bei denen Grundeln seit Beginn der Invasion systematisch erfasst wurden, sind im Anhang in Tabelle 3 aufgeführt. Sämtliche Ergebnisse werden im Folgenden herangezogen, um einen umfassenderen Überblick auf die räumlich-zeitlichen Verbreitungsmuster von Marmorierter-, Kessler- und Schwarzmundgrundel entlang der drei Fließgewässersysteme Donau, RMD-Kanal und Main zu ermöglichen.

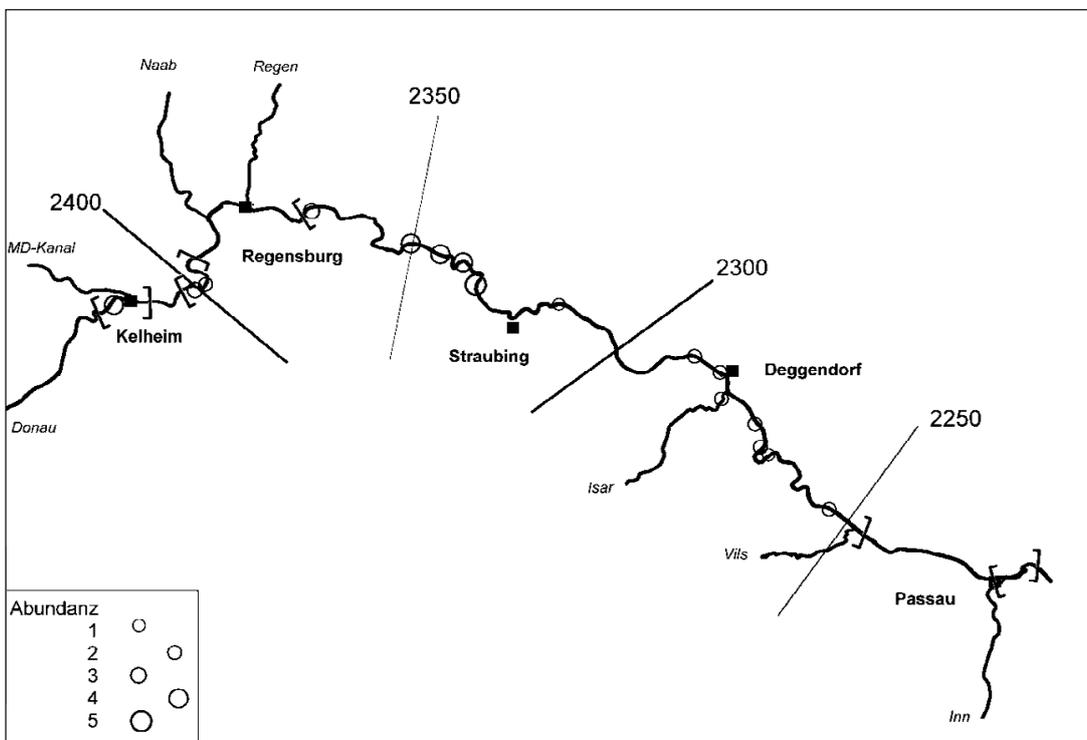


Abb. 17: Abundanz der Marmorierten Grundel (*Proterorhinus semilunaris*) in der Donau im Zeitraum 2004/2006 nach Paintner (2007). Stufe 1: Einzelnachweise, Stufe 2: geringe Bestandsdichten, Stufe 3: mittlere Bestandsdichten, Stufe 4: hohe Bestandsdichten, Stufe 5: Massenaufreten. Eckige Klammern [] schließen beprobte Untersuchungsabschnitte ein.

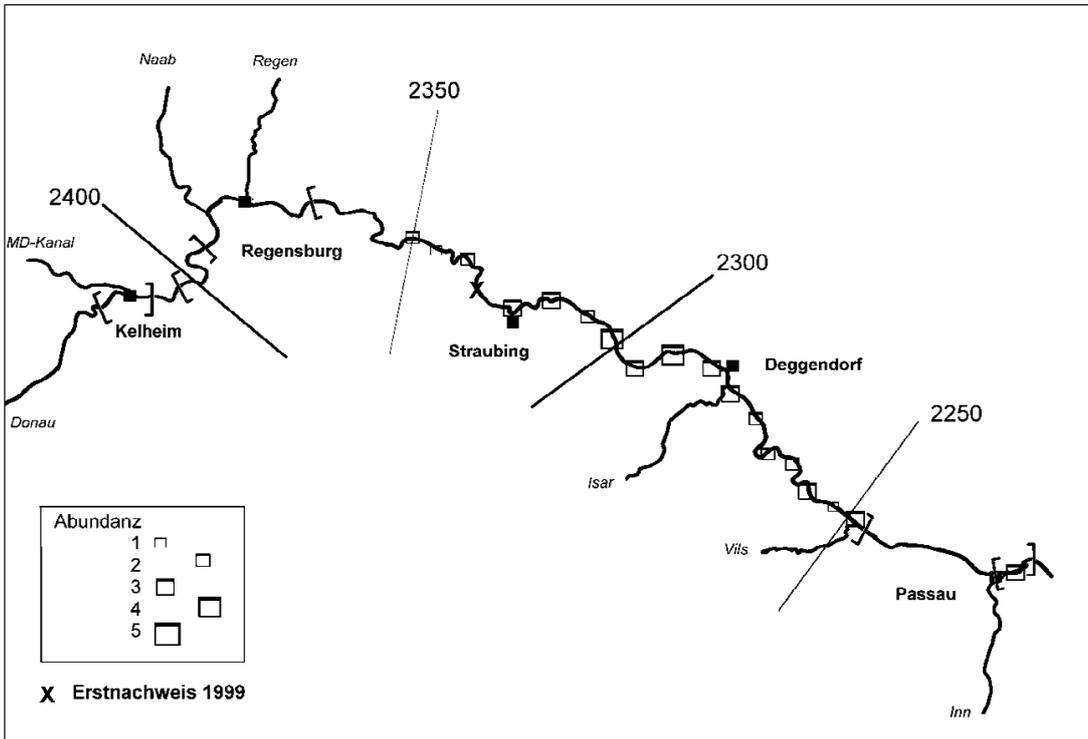


Abb. 18: Abundanz der Kesslergrundel (*Ponticola kessleri*) in der Donau im Zeitraum 2004/2006 nach Paintner (2007). Stufe 1: Einzelnachweise, Stufe 2: geringe Bestandsdichten, Stufe 3: mittlere Bestandsdichten, Stufe 4: hohe Bestandsdichten, Stufe 5: Massenaufreten. Eckige Klammern [] schließen beprobte Untersuchungsabschnitte ein.

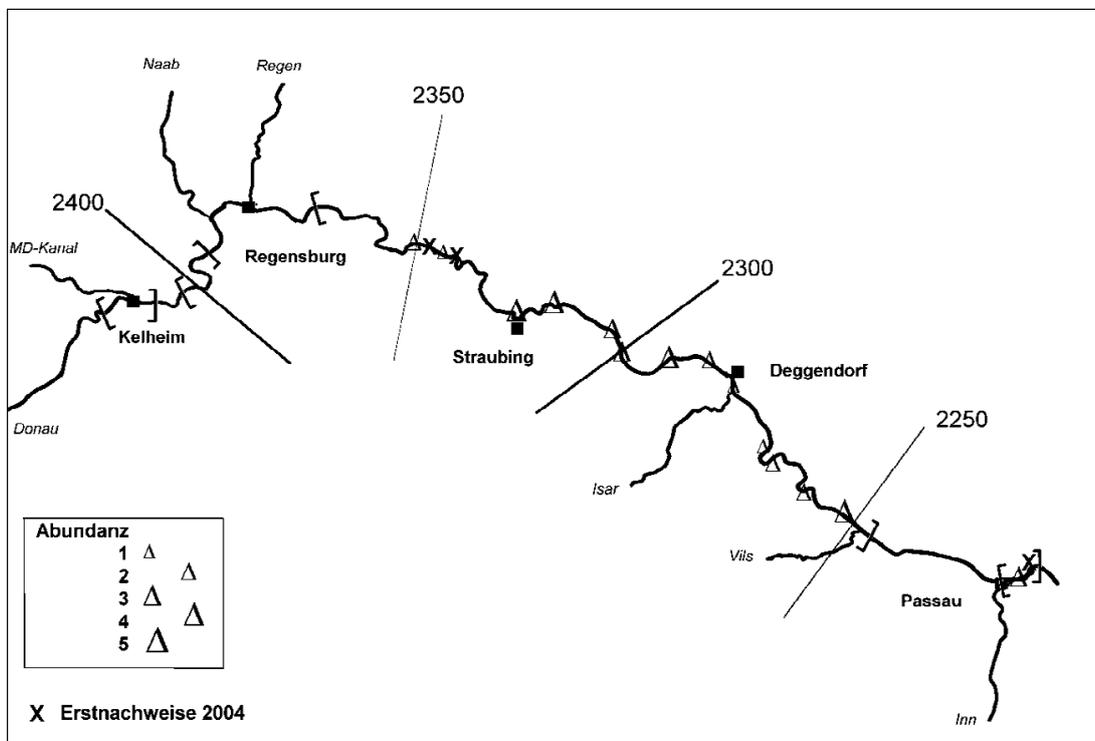


Abb. 19: Abundanz der Schwarzmundgrundel (*Neogobius melanostomus*) in der Donau im Zeitraum 2004/2006 nach Paintner (2007). Stufe 1: Einzelnachweise, Stufe 2: geringe Bestandsdichten, Stufe 3: mittlere Bestandsdichten, Stufe 4: hohe Bestandsdichten, Stufe 5: Massenaufreten. Eckige Klammern [] schließen beprobte Untersuchungsabschnitte ein.

Marmorierte Grundel

Donau

Als erste Grundel in Deutschland wurde die Marmorierte Grundel 1984 in der Donau bei Vilshofen nachgewiesen (Laßleben 1985). Nach anfänglich sehr starker Bestandsentwicklung in der Donau ist die Art dort mittlerweile selten geworden. Untersuchungen in der niederbayerischen Donau im Zeitraum 2004 bis 2006 zeigten, dass die Populationsdichte lokal bereits wieder auf ein niedriges Niveau zurückgegangen war (Abb. 17) (Paintner 2007). Der Rückgang der Marmorierten Grundel in der Donau steht wahrscheinlich unter anderem im Zusammenhang mit dem dortigen Auftreten und der Ausbreitung der Kesslergrundel, denn in Bereichen in denen Kesslergrundeln in sehr hohen Bestandsdichten bzw. massenhaft auftreten, sind die Populationsdichten der Marmorierten Grundeln gering (Paintner 2007, Bäumlner 2010). Die Ergebnisse der Untersuchungen im Zeitraum 2010/2011 haben bestätigt, dass sich der bis in das Jahr 2006 festgestellte Rückgang der Populationsdichten der Marmorierten Grundel in der Donau in den vergangenen Jahren weiter fortgesetzt hat. Während im Jahr 2006 abschnittsweise noch hohe Bestandsdichten vorgefunden wurden (Abb. 17) (Paintner 2007), erreichte die Art in der Donau im Zeitraum 2010/2011 nur noch geringe Bestandsdichten (Abb. 14). Anders verhält es sich in Zuflüssen der Donau, die erst jüngst besiedelt wurden. Hier treten durchaus noch starke Bestände auf (Paintner 2010). So konnten beispielsweise im Oberwasser des Vilkraftwerkes der Stadtwerke Vilshofen bei Untersuchungen deutlich mehr Exemplare der Marmorierten Grundeln gefangen werden als in der Donau (mündl. Mitt. Kapa 2010).

Rhein-Main-Donau-Kanal (RMD-Kanal)

In den untersuchten Gewässerstrecken im niederbayerischen Bereich des RMD-Kanals waren die Bestandszahlen an Marmorierten Grundeln während der Untersuchungsjahre 2010/2011 höher als im Vergleich zur Donau (Abb. 14). Studien aus der Oberpfalz bestätigen im Bereich der Schleuse Bachhausen seit dem Jahr 2009 stark rückläufige Tendenzen (Tab. 3, s. Anhang). Insgesamt betrachtet, lässt sich für die südlichen Abschnitte des RMD-Kanals eher eine rückläufige Tendenz bezüglich der Bestandsdichte an Marmorierten Grundeln vermuten (Bäumlner 2009).

In Mittelfranken wurde die Marmorierte Grundel erstmalig im Jahr 2000, in der Rednitz bei Stein als Einzelexemplar nachgewiesen. Danach wurde sie in der Regnitz (2007), im RMD-Kanal (2006) und in der Altmühl (2005) im Bereich Gundelsheim bis Trommetsheim als Begleitfischart gefan-

gen. Die Untersuchungen im Zeitraum 2010/2011 zeigten eine flächendeckende Etablierung in den Bereichen des oberfränkischen und mittelfränkischen RMD-Kanals.

Main

Im Jahr 1994 wurden einzelne Exemplare der Marmorierten Grundel bei Bestandsaufnahmen der Fachberatung für Fischerei des Bezirks Unterfranken im Rheineinzugsgebiet bei Eltmann, einige Kilometer unterhalb der Einmündung des RMD-Kanals festgestellt (Silkenat & Kolahsa 2011). Im Frühjahr 1999 erfolgte der Nachweis auf oberfränkischem Gebiet in den Main-Stauhaltungen Viereth und Limbach (Strätz *et. al* 2010). Von hier aus breitete sich die Art schnell entlang von Main und Rhein flussabwärts aus. Die Ergebnisse der in Unterfranken durchgeführten Untersuchungen aus dem Zeitraum 2010/2011 zeigten jedoch, dass die Marmorierte Grundel, ähnlich wie in der Donau, im Hauptgerinne und in den Stauhaltungen des Mains so gut wie keine dichten Bestände mehr ausbildet (Abb. 14).

Kesslergrundel

Donau

Die Kesslergrundel wurde 1999 erstmals in der bayerischen Donau gefangen (Seifert & Hartmann 2000). Die westliche Grenze ihres Vorkommens stellte in der Donau bis 2006 die Staustufe Geisling dar (Paintner 2007). Mit den Daten der durchgeführten Untersuchungen von 2010/2011 konnte festgestellt werden, dass sich das Verbreitungsgebiet der Kesslergrundel von ihrer damaligen Verbreitungsgrenze bis mindestens in den Raum Kelheim nach Westen hin verschoben hat (Abb. 15 & 18). Die Bestände zeigen in weiten Bereichen der Donau nach anfänglich hohen Bestandsdichten eine rückläufige Tendenz.

Rhein-Main-Donau-Kanal (RMD-Kanal)

In den südlichen Bereichen des RMD-Kanals in Niederbayern und der Oberpfalz konnte die Kesslergrundel bislang bei Fischbestandserhebungen noch nicht nachgewiesen werden (Stand: 2010). Das räumlich-zeitliche Verbreitungsmuster spricht für eine weitgehend aus nördlicher Richtung, aus dem Rhein-Main-Gebiet erfolgende Ausbreitung in den RMD-Kanal. Im mittelfränkischen RMD-Kanal erfolgten die Erstfunde im Jahr 2006 an der Schleuse Eibach (Fachberatung für Fischerei, Bezirk Mittelfr. 2011) und ein Jahr später gab es erste Nachweise aus dem oberfränkischen RMD-Kanal (Strätz *et al.* 2010). Dort nimmt der Bestand seit dem Jahr 2010 zu (mündl. Mitt. Speierl 2013).

Main

Erste Vorkommen der Kesslergrundel im Main wurden in den Jahren 2003/2004 aus dem Raum Hallstadt gemeldet (Strätz *et al.* 2010). Im Zuge der EG-Wasserrahmenrichtlinie durchgeführte Elektrobefischungen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt ergaben im Jahr 2009, dass die Kesslergrundel in den Staustufen Nordheim, Klingenberg und Rothenfels die dominierende Grundelart darstellt (Silkenat & Kolahsa 2011). Derzeit kommt die Kesslergrundel, außer am Obermain, in allen Stauhaltungen teils mit hohen Individuenzahlen vor, lokal jedoch mit rückläufiger Tendenz (Silkenat & Kolahsa 2011). Möglicherweise besteht hier ein Zusammenhang mit dem Auftreten dichter Bestände an Schwarzmundgrundeln.

Schwarzmundgrundel

Donau

Der Erstdnachweis der Schwarzmundgrundel in Bayern erfolgte 2004 bei Passau und Straubing in der Donau (Paintner & Seifert 2006). Wie bei Fischbestandserhebungen im Jahr 2006 festgestellt werden konnte, hatte die Art bereits zwei Jahre später großflächig hohe Bestandsdichten in der Donau ausgebildet (Abb. 19). Die westliche Grenze der Vorkommen in der Donau markierte zu dieser Zeit die Staustufe Geisling (Paintner 2007). Seit 2011 kommt sie bis zum Donaudurchbruch vor (Brandner *et al.* 2013c) und hat diesen im Jahr 2013 überwunden (mündl. Mitt. Brandner 2014). Im Gegensatz zur Kessler- und Marmorierten Grundel ist ein Bestandsrückgang in der Donau nicht zu erkennen, vielmehr verharren die Bestände auch Jahre nach dem ersten Auftreten auf sehr hohem Niveau (Abb. 16).

Rhein-Main-Donau-Kanal (RMD-Kanal)

Ein Vergleich der Untersuchungen aus dem Zeiträumen 2010/2011 und 2004/2006 zeigt, dass sich die Schwarz-

mundgrundel in diesem Zeitraum von ihrer ursprünglichen Verbreitungsgrenze in der Donau, flussaufwärts nach Westen bis in die unteren Bereiche des Rhein-Main-Donau-Kanals verbreitet hat (Abb. 16). Bereits im Jahr 2009 konnte Bäumler geringe Vorkommen der Schwarzmundgrundel im Bereich der Schleuse Bachhausen am unterfränkischen RMD-Kanal nachweisen. (Tab. 3, s. Anhang)

In Oberfranken wurden im Jahr 2008 im Main Regnitz Gebiet die ersten Exemplare identifiziert und der erste Nachweis von Schwarzmundgrundeln in Mittelfranken gelang im Jahr 2010 im RMD-Kanal bei Erlangen. Die Art hat sich auch im oberen RMD-Kanal in kurzer Zeit mit dichten Beständen etabliert (Abb. 16). An einigen Orten stellt die Schwarzmundgrundel inzwischen die häufigste Fischart dar und hat ehemalige Massenvorkommen der Marmorierten Grundel weitestgehend verdrängt.

Das zeitliche Verbreitungsmuster deutet auf eine sukzessive Ausbreitung von beiden Seiten in den RMD-Kanal hin, d.h. sowohl von Süden aus der Donau, als auch von Norden aus dem Rhein-Main-System. Diese ehemals getrennten Populationen sind mittlerweile aufeinandergetroffen. Die Gründer-Populationen in der Regnitz und dem RMD-Kanal stammen wahrscheinlich aus der Donau und nicht aus dem Rhein.

Main

Erste Fangmeldungen aus dem Zeitraum 2006 bestätigen die Art aus dem Maingebiet bei Pflochsbad. Die durchgeführten Untersuchungen bis in das Jahr 2010 zeigen eine flächendeckende Ausbreitung über alle Stauhaltungen Unterfrankens mit zum Teil aber sehr heterogenen Bestandsdichten. Insgesamt betrachtet lassen sich für den Main bis auf Höhe der Einmündung des RMD-Kanals zunehmende Bestandsdichten an Schwarzmundgrundeln vermuten, wobei diese die vormals dominante Kesslergrundel als häufigste Art abgelöst scheint.

Ausbreitung in Seitengewässer

Von zentraler Bedeutung für den weiteren Ausbreitungsprozess der Grundeln in Bayern ist die Frage, inwieweit diese in der Lage sind, auch in Seitenzuflüssen entlang ihrer derzeitigen Hauptverbreitungssachse vorzudringen und welche Parameter von Bedeutung sind, damit sich Grundelbestände

dort dauerhaft etablieren können. Zahlreiche heimische Fischarten reproduzieren vornehmlich in Zuläufen großer Ströme. Grundeln treten hier zunehmend in Wechselwirkung mit empfindlichen Ökosystemen, möglicherweise mit negativen Auswirkungen für die autochthone Fauna.

Vergleich der Bestandsdichten in Hauptgewässern und Seitenzuflüssen

Um Aussagen über die Bestandsdichte der Grundeln in den untersuchten Gewässerabschnitten treffen zu können wurde an ausgewählten Probestellen die Individuenanzahl der einzelnen Grundelarten auf 100 m der Befischungstrecke bestimmt. In den Abbildungen 20 bis 25 sind die hieraus ermittelten Grundeldichten an tagsüber untersuchten Probestellen entlang der drei Einzugsgebiete Main, RMD-Kanal und Donau für den Zeitraum 2010/2011 aufgeführt.

Donau

Entlang der Donau wird die Dominanz der Schwarzmundgrundel besonders deutlich. Die Anzahl an Schwarzmundgrundeln pro 100 m Uferlinie unterschritt an keiner der untersuchten Probestellen 25 Individuen, in den meisten Fällen

lag sie noch weit darüber (Abb. 20). Die höchste Dichte an Schwarzmundgrundeln wurde im Unterwasser der Staustufe Regensburg mit 106 Individuen pro 100 m Uferlinie festgestellt. Durchgeführte Punktbefischungen der TUM und ZSM weisen noch auf deutlich höhere Dichten, in diesem Bereich von bis zu 10 Individuen je m² Blocksteinschüttung, hin (Brandner *et al.* 2013c, Cerwenka *et al.* 2014a). In der Vils konnte mit etwa 32 Individuen pro 100 m Uferlinie die mit Abstand höchste Dichte an Schwarzmundgrundeln in einem Seitengewässer gefangen werden (Abb. 21). Ansonsten beschränkten sich die Individuendichten bei Nachweis von Schwarzmundgrundelbeständen in Seitenzuflüssen jedoch auf wenige Individuen pro 100 m oder Einzelnachweise. Die Kesslergrundel erreichte in der Donau mit maximal sechs Individuen nur einstellige Individuenzahlen pro 100 m Uferlinie und von der Marmorierten Grundel wurden lediglich Einzelfunde nachgewiesen (Abb. 20, 21).

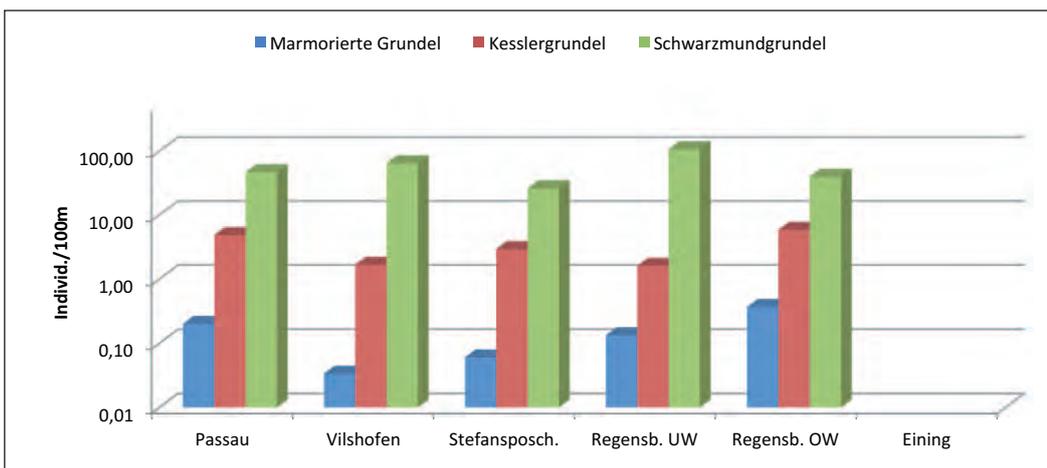


Abb. 20: Ausgewählte Probestellen entlang der Donau. Anzahl nachgewiesener Grundelindividuen auf 100 m befischter Uferlänge. UW = Unterwasser, OW = Oberwasser

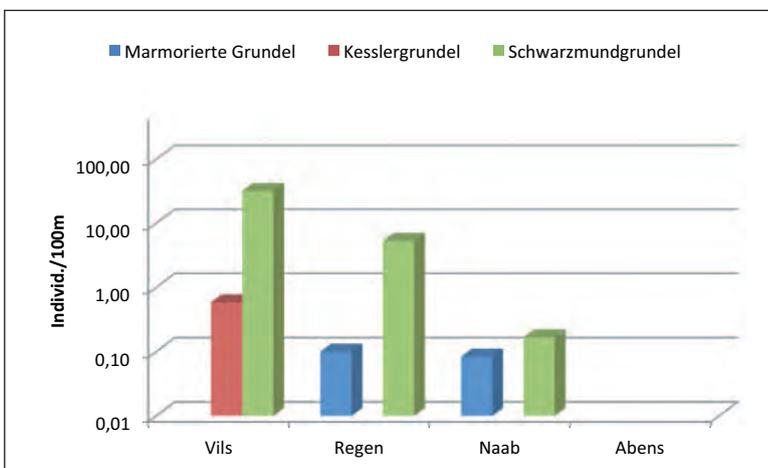


Abb. 21: Probestellen im Mündungsbereich ausgewählter Seitenzuflüsse entlang der Donau. Anzahl nachgewiesener Grundelindividuen auf 100 m befischter Uferlänge.

Rhein-Main-Donau-Kanal

Im Rhein-Main-Donau-Kanal bei Hilpoltstein wurde mit etwa 40 Individuen pro 100 m Uferlinie von allen Probestellen die höchste Dichte an Marmorierten Grundeln nachgewiesen (Abb. 22). Insgesamt betrachtet deuten die Ergebnisse im Vergleich zu Main und Donau eine höhere Individuendichte an Marmorierten Grundeln entlang des RMD-Kanals an, jedoch liegen die Individuenzahlen auch hier meist bei wenigen Exemplaren (<10) pro 100 m Uferlinie bis hin zum Nachweis von lediglich Einzeltieren.

Kesslergrundeln wurden an den hier aufgeführten Probestellen entlang des RMD-Kanals ebenfalls nur mit wenigen Einzelindividuen nachgewiesen. Die Schwarzmundgrundel erreichte in den nördlichen Verbreitungsgebieten des RMD-Kanals ähnlich hohe Bestandsdichten wie in Donau und Main, mit einem Spitzenwert von 114 Individuen pro 100 m Uferlinie an einer Probestelle in der Regnitz nahe Bamberg (Abb. 23). In den deutlich abgegrenzten Zuflüssen Altmühl und Aisch traten keine bis sehr wenige Einzelindividuen an Grundeln auf.

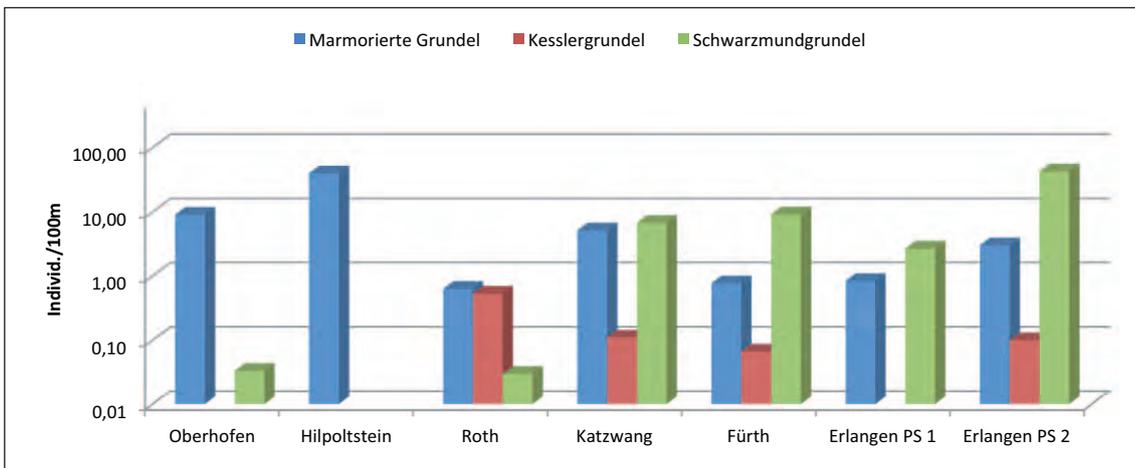


Abb. 22: Ausgewählte Probestellen entlang des Rhein-Main-Donau-Kanals. Anzahl der nachgewiesenen Grundelindividuen auf 100 m befischter Uferlänge. PS = Probestelle

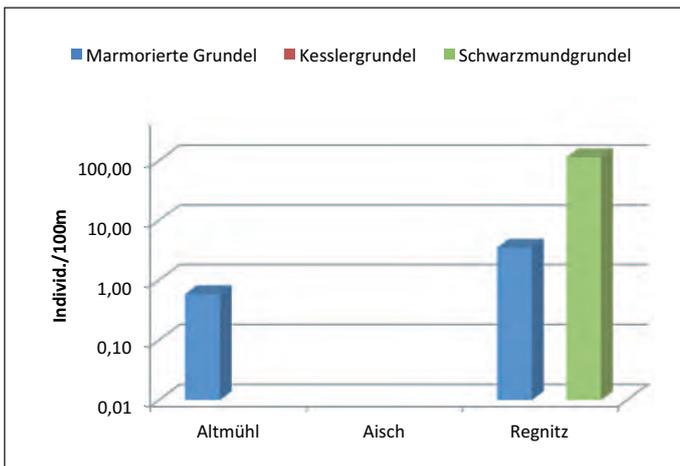


Abb. 23: Probestellen im Mündungsbereich ausgewählter Seitenzuflüsse entlang des Rhein-Main-Donau-Kanals. Anzahl der nachgewiesenen Grundelindividuen auf 100 m befischter Uferlänge.

Main

Im Main waren die Bestandsdichten der Grundelarten sehr unterschiedlich verteilt. In Stauhaltungen mit regelmäßigen Vorkommen der Schwarzmundgrundel, wie z. B. bei Garstadt, Erlabrunn oder Heubach, wurden auch beträchtliche Individuenzahlen von bis zu 57 Stück pro 100 m Uferlänge nachgewiesen (Abb. 24). Im Bereich Aschaffenburg lag die Dichte mit fast 200 Individuen pro 100 m extrem hoch. In anderen Mainabschnitten, wie z. B. bei Hassfurt oder Gemünden, waren die Bestände der Schwarzmundgrundel

(noch) gering. Die Bestandsdichten der Kesslergrundel waren im Main vielerorts deutlich höher als in der Donau oder im RMD-Kanal und erreichten Individuenzahlen von mehr als 30 Grundeln pro 100 m Uferlänge (Abb. 24). In den Seitenzuflüssen Lohr und Fränkische Saale war die Kesslergrundel die einzige Grundelart mit geringer Dichte von unter zwei Individuen pro 100 m (Abb. 25). Die Marmorierte Grundel wurde am Main, mit Ausnahme der östlichen gelegenen Verbreitungsgebiete im Obermain und der Staustufe Garstadt, häufig nur mit Einzelindividuen nachgewiesen.

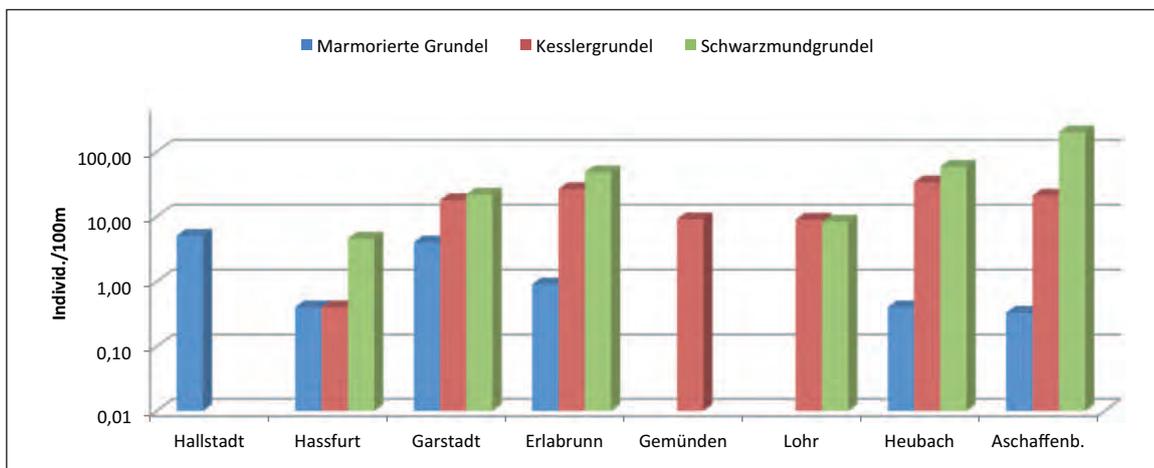


Abb. 24: Ausgewählte Probestellen entlang des Mains. Anzahl der nachgewiesenen Grundelindividuen auf 100 m befischter Uferlänge.

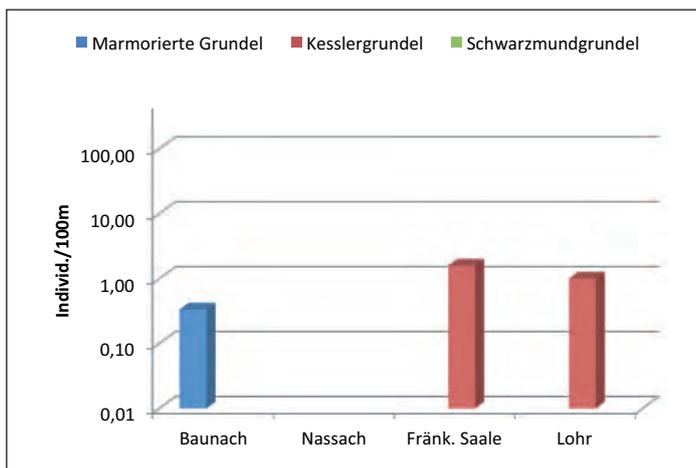


Abb. 25: Probestellen im Mündungsbereich ausgewählter Seitenzuflüsse entlang des Mains. Anzahl der nachgewiesenen Grundelindividuen auf 100 m befischter Uferlänge.

Vergleich der Biomassen in der Donau und ihren Zuflüssen

In den Abbildungen 26 bis 29 werden die mittleren Biomassen der Schwarzmund- und Kesslergrundeln in untersuchten Gewässerabschnitten ausgewählter Probestellen an der Donau und deren Seitenzuflüssen dargestellt. Die Befischungen hierzu fanden im Sommer 2010 statt (Ache

& Ruff 2011). Es wurden nur tatsächlich gefangene Fische berücksichtigt. Nach Ache & Ruff (2011) ist für die realen Biomassen unter Einbezug der Fangeffizienz eine Multiplikation mit dem Faktor fünf wahrscheinlich. Für eine bessere Vergleichbarkeit wurden nur Tagbefischungen ausgewertet. Aufgrund der geringen Anzahl gefangener Marmorierter Grundeln können über diese Fischart keine Aussagen an den untersuchten Probestellen getroffen werden.

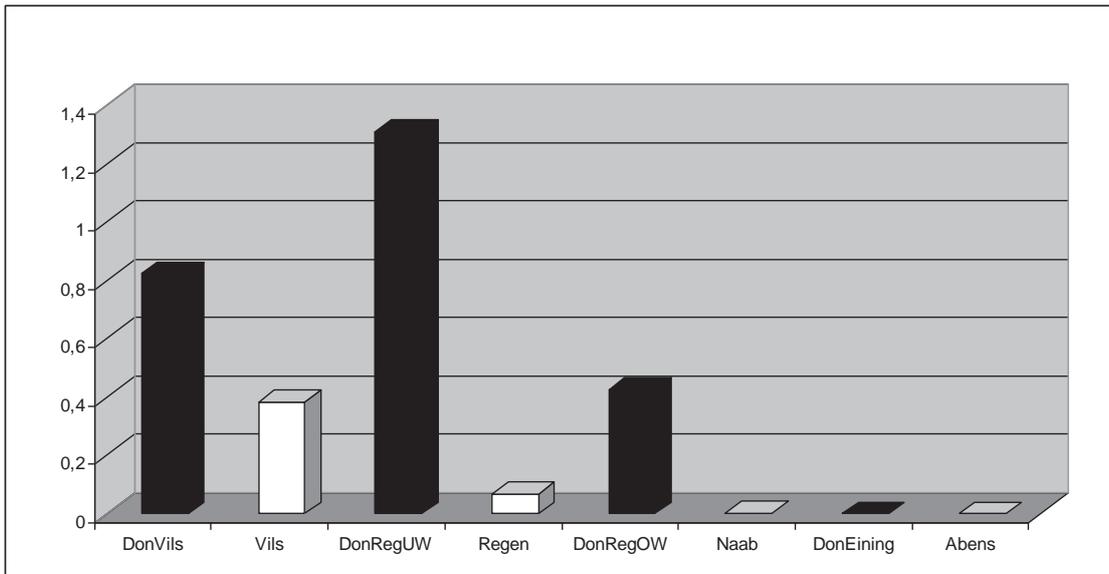


Abb. 26: Biomasse der Schwarzmundgrundel im Fang absolut (in kg/100m). Don = Donau, RegUW = Regensburg Unterwasser, RegOW = Regensburg Oberwasser

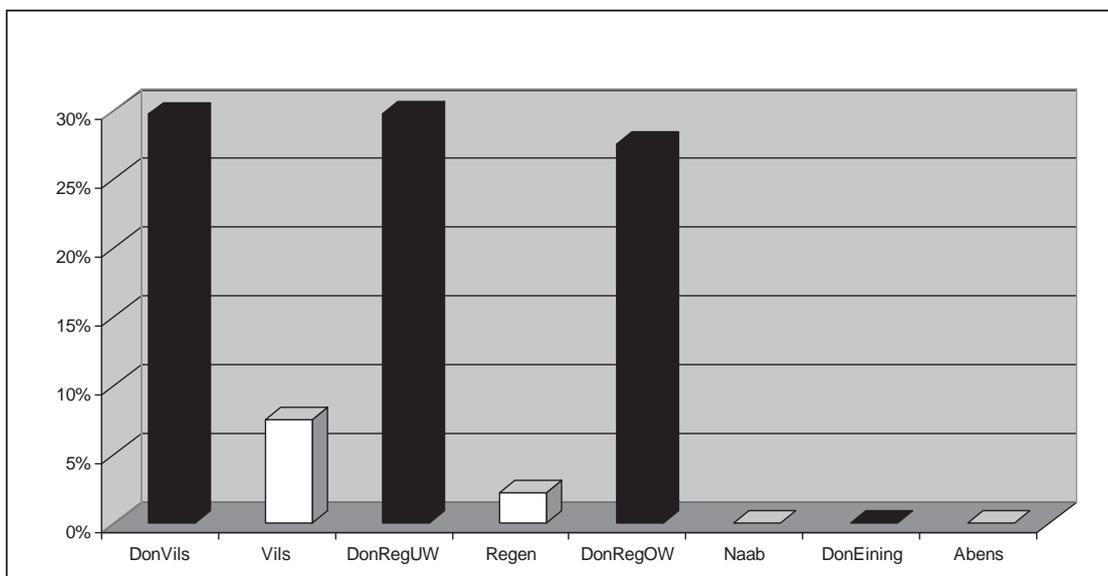


Abb. 27: Prozentualer Anteil der Biomasse der Schwarzmundgrundel am Gesamtfang. Don = Donau, RegUW = Regensburg Unterwasser, RegOW = Regensburg Oberwasser

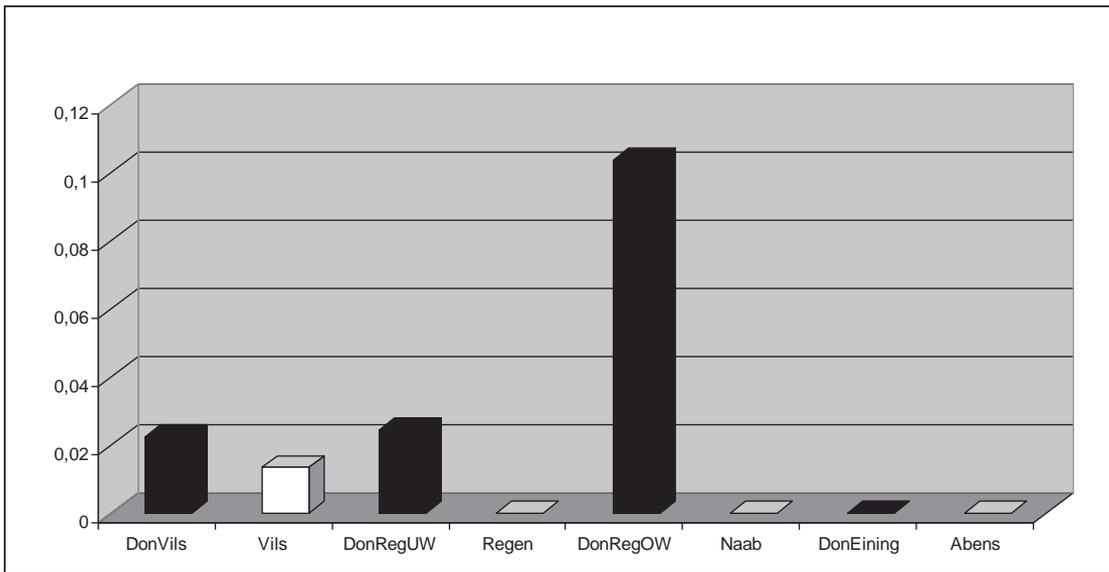


Abb. 28: Biomasse der Kesslergrundel im Fang absolut (in kg/100m). Don = Donau, RegUW = Regensburg Unterwasser, RegOW = Regensburg Oberwasser

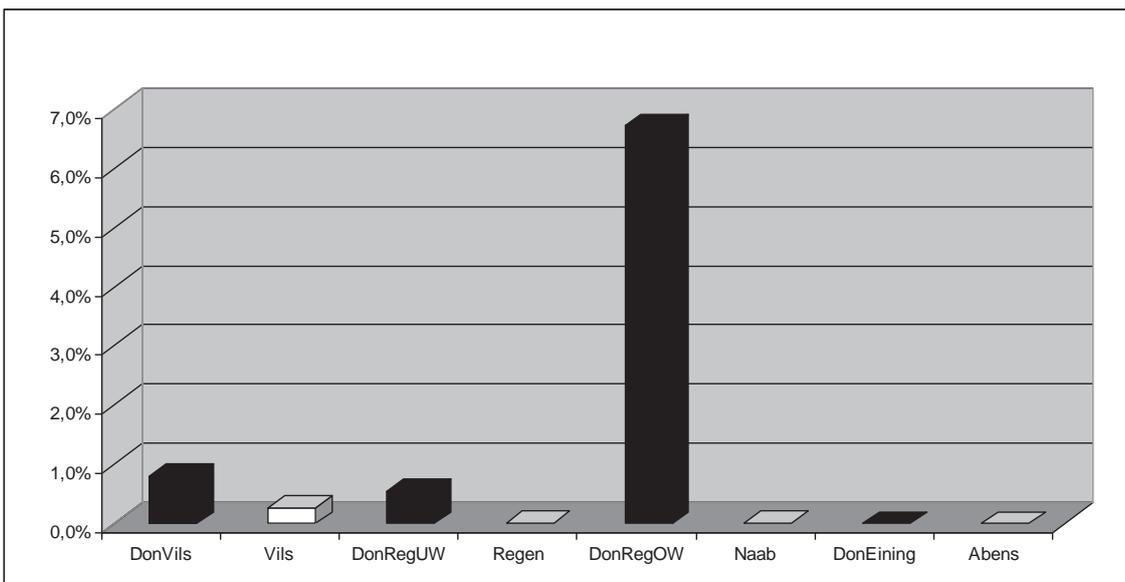


Abb. 29: Prozentualer Anteil der Biomasse der Kesslergrundel am Gesamtfang. Don = Donau, RegUW = Regensburg Unterwasser, RegOW = Regensburg Oberwasser

Aus den Ergebnissen wird deutlich, dass die Biomasse der Grundeln in den Nebengewässern in allen Fällen deutlich niedriger ist, als in der benachbarten Donau. Nicht nur die absolute, sondern auch die relative Biomasse bezogen auf das gesamte Fanggewicht ist in den Nebengewässern deutlich niedriger als im Hauptgewässer.

Bei der Schwarzmundgrundel wurde der höchste absolute Wert mit 1,31 kg/100 m im Unterwasser der Staustufe Regensburg erreicht (Abb. 26). Der mit Abstand höchste Wert aller Nebengewässer wurde in der Vils mit 0,38 kg/100 m nachgewiesen. Die prozentuale Biomasse lag bei der Schwarzmundgrundel in allen untersuchten Donauabschnitten, mit Ausnahme der Probestelle bei Eining, knapp unter 30 Prozent (Abb. 27).

Die Kesslergrundel blieb bezüglich der Biomasse deutlich hinter der Schwarzmundgrundel zurück. Die höchste mittlere Biomasse konnte im Oberwasser der Staustufe Regensburg, in Abschnitten die nahezu keinen

Fließcharakter mehr aufwiesen, nachgewiesen werden (Abb. 28). Von den Nebengewässern war nur in der Vils eine erwähnenswerte Biomasse an Kesslergrundeln vorhanden. Der Anteil der Kesslergrundel an der Gesamtbio­masse blieb mit Ausnahme des Oberwassers der Stauhaltung Regensburg immer unter einem Prozent (Abb. 29).

Dominanzverhältnisse von Grundeln und heimischen Fischarten in Hauptgewässern und Seitenzuflüssen.

In den Abbildungen 30 bis 31 werden Probestellen entlang von Hauptgewässern und Seitenzuflüssen miteinander verglichen und unter Betrachtung der Individuenzahlen auf Unterschiede in der Abundanzverteilung zwischen Grundelarten und sonstigen Fischarten für den Zeitraum 2010/2011 ausgewertet. Für eine bessere Vergleichbarkeit sind nur die Ergebnisse von Tagbefischungen dargestellt.

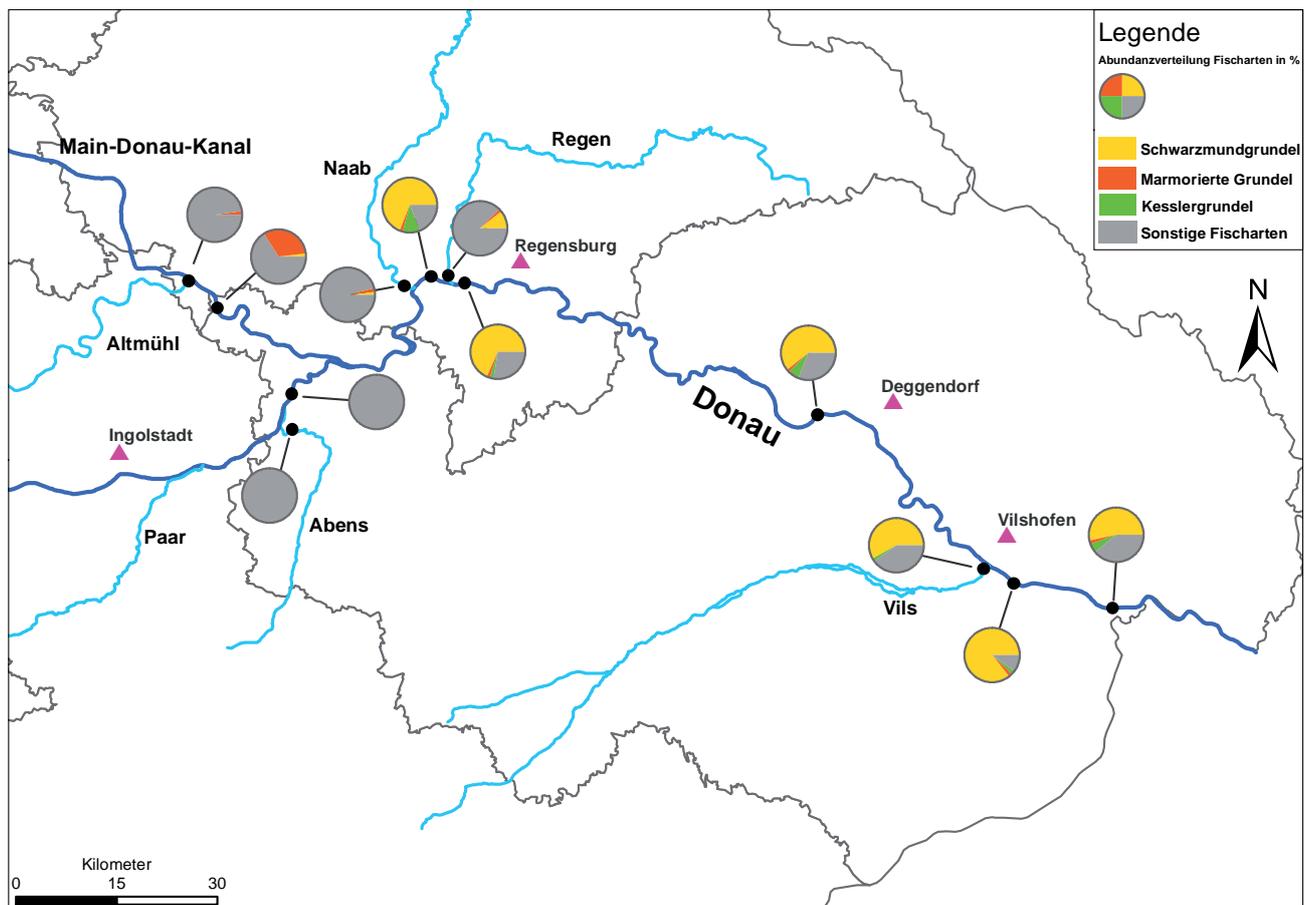


Abb. 30: Häufigkeiten nachgewiesener Grundelarten und sonstiger Fischarten in Bezug auf den Gesamtfang an ausgewählten Probestellen entlang der Donau und des südlichen Rhein-Main-Donau-Kanals.

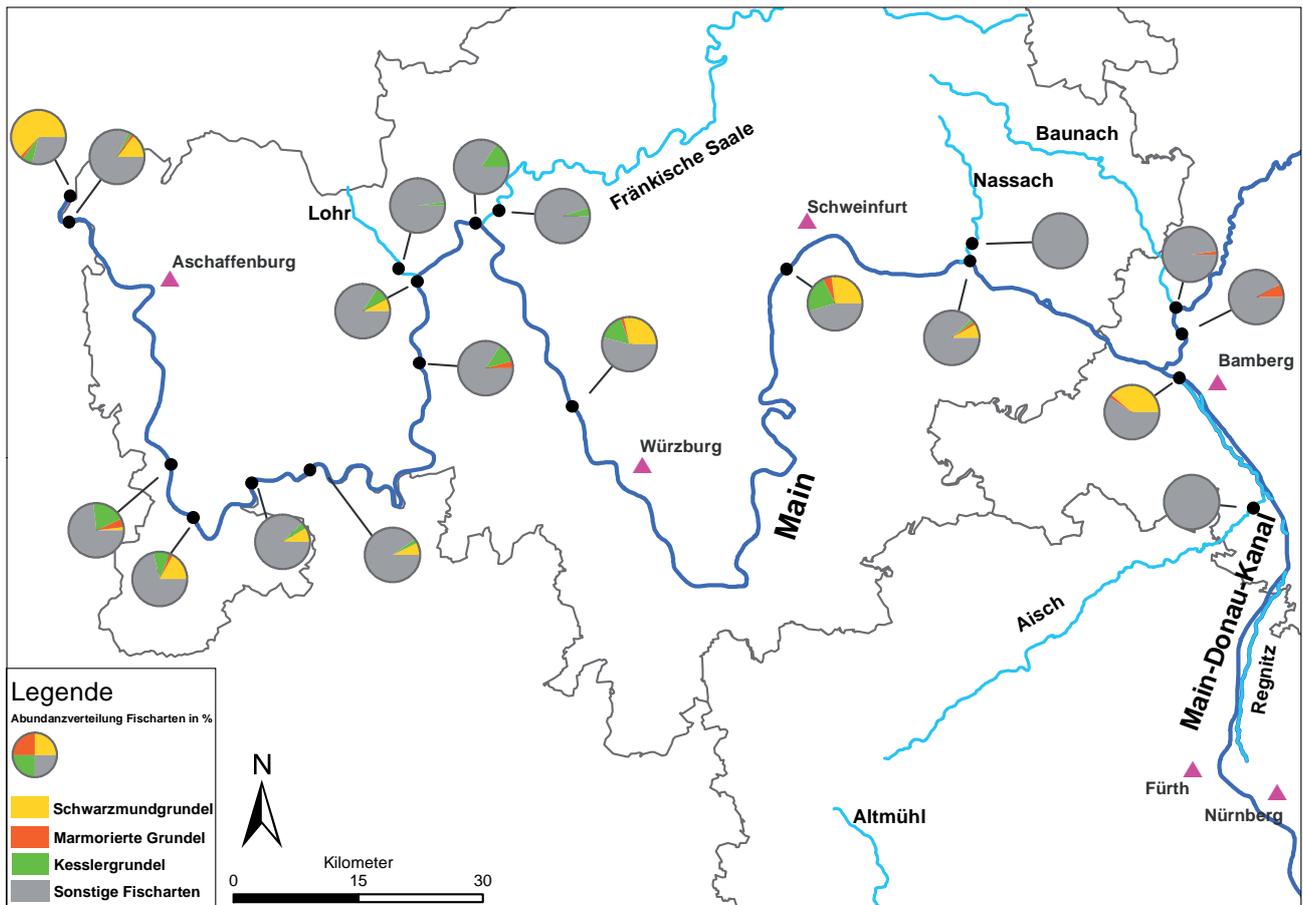


Abb. 31: Häufigkeiten nachgewiesener Grundelarten und sonstiger Fischarten in Bezug auf den Gesamtfang an ausgewählten Probestellen entlang des Mains und des nördlichen Rhein-Main-Donau-Kanals.

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen waren sowohl die Schwarzmund- als auch die Kesslergrundel in den zu Wasserstraßen ausgebauten Fließgewässern Donau, RMD-Kanal und Main deutlich häufiger als in den nicht schiffbaren Bereichen sowie den Seitenzuflüssen dieser Hauptgewässer. Unterschiede in den Grundelbeständen zwischen Haupt- und Seitenzuflüssen spiegeln sich nicht nur in der Bestandsdichte (Abb. 20 bis 25) und Biomasse (Abb. 26 bis 29) wider, sondern auch in Bezug auf die Abundanzverteilung von Grundelarten und heimischen Fischarten. Aus den in Abbildung 30 und 31 dargestellten Ergebnissen wird deutlich, dass an den untersuchten Probestellen in Seitenzuflüssen der prozentuale Anteil an heimischen Fischarten bezogen auf den Gesamtfang deutlich höher ist als in den nächstgelegenen Probestellen im Hauptgewässer. Die Ergebnisse haben jedoch auch gezeigt, dass sich Kessler- und Schwarzmundgrundel vor allem in Unterläufen größerer Zuflüsse mit zum Teil hohen Beständen etablieren können. Bezüglich der

stromaufwärts gerichteten innerhalb der Seitenzuflüsse scheinen neben der Temperatur vor allem die Nahrungsquellen und deren Verfügbarkeit ausschlaggebend zu sein (Brandner *et al.* 2013c, Brandner 2014). In Abhängigkeit dieser Faktoren ist ein Auftreten der Grundelarten bis in die Mittelläufe möglich.

Die Marmorierte Grundel zeigt von den in Bayern nachgewiesenen Grundelarten bisher das höchste Potenzial für eine Besiedlung stromaufwärts gelegener Fließgewässerhabitate. Weitestgehend aus den Hauptflüssen Main und Donau verschwunden, kommt die Art derzeit zahlreich und mitunter hauptsächlich in Seitenzuflüssen entlang der Hauptverbreitungsachse vor. Im Gegensatz zu Kessler- und Schwarzmundgrundel erfolgt eine Ausbreitung auch in kleineren Fließgewässern. Nachweise über eine Besiedlung bis in die Oberläufe wurden bisher jedoch nicht erbracht (Stand Okt 2014).

Vergleich von Tag- und Nachtbefischungen

Im Vergleich zwischen den Ergebnissen der im Zeitraum 2010/2011 durchgeführten Tag- und Nachtbefischungen traten deutliche Unterschiede bezüglich der nachgewiesenen Arten- und Individuenzahlen auf. Erwartungsgemäß konnten nachts nicht nur vermehrt typisch nachtaktive Arten wie Aal oder Rutte gefangen werden, sondern auch andere Arten wie z. B. die Barbe und die Nase. Diese waren nach Einbruch der Dunkelheit ebenfalls aktiver. Zudem wurden einige seltene Arten nur bei den nächtlichen Befischungen gefangen, welche das Artenspektrum erweiterten.

Auffällige Unterschiede zwischen den Tag- und Nachtbefischungen gab es vor allem hinsichtlich der Fänge an Schwarzmundgrundeln (Abb. 32). Meist konnte in

denselben Gewässerabschnitten während der Dunkelheit etwa die zwei- bis vierfache Anzahl dieser Grundelart gefangen werden. In einem Abschnitt der Donau, im Oberwasser der Stauhaltung Regensburg, wurde gegenüber der Tagbefischung etwa die dreißigfache Menge an Schwarzmundgrundeln gefangen. Zum einen lassen diese Ergebnisse auf eine höhere nächtliche Aktivität dieser Art schließen, zum anderen kann auch davon ausgegangen werden, dass während der Nacht teilweise andere Habitate aufgesucht werden. Im Gegensatz dazu stehen die vielen Aussagen von Fischern vor Ort, dass sich schlagartig mit Einbruch der Dunkelheit keine Grundeln mehr an den ausgelegten Naturködern vergreifen würden, so wie das tagsüber der Fall sei (mündl. Mitt. Brandner 2014).

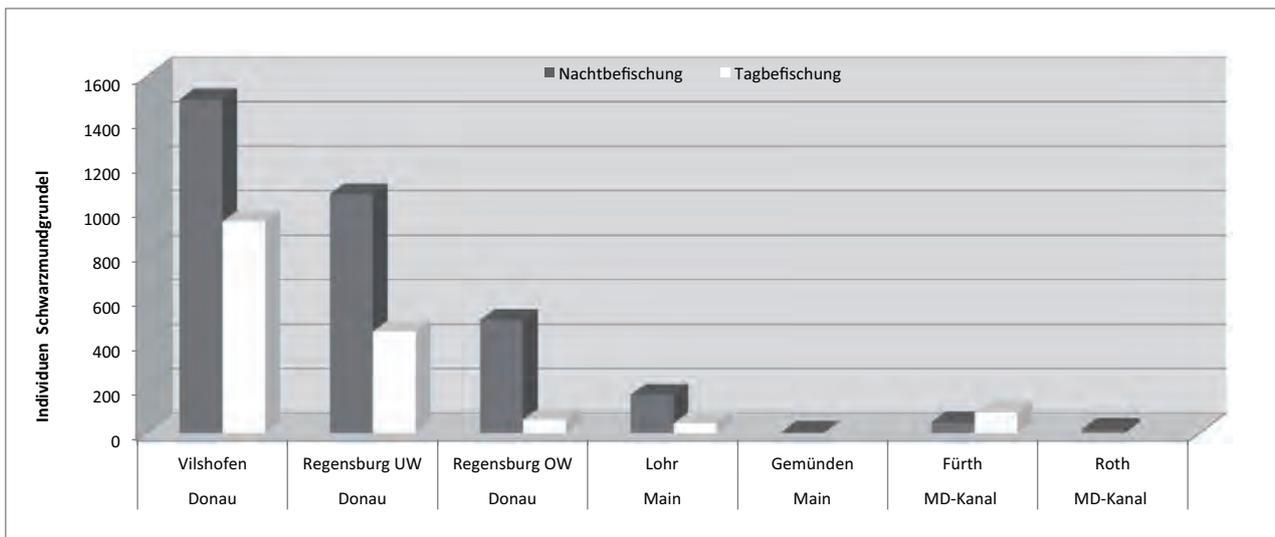


Abb. 32: Anzahl nachgewiesener Individuen an Schwarzmundgrundeln während Tag- und Nachtbefischungen entlang identischer Probestellen. UW = Unterwasser, OW = Oberwasser

Gründe für die Ausbreitung und Bestandsentwicklung

Der Erfolg gebietsfremder Schwarzmeergrundeln in mitteleuropäischen Gewässern zeigt sich in den vielerorts hohen Bestandsdichten und ihrer rasanten Ausbreitung.

Menschliche Eingriffe in die Natur, vor allem in Gewässer, spielen hierbei eine wesentliche Rolle.

Ausbreitungskorridore und Vektoren

Mit der Vernetzung ehemals getrennter Flusseinzugsgebiete durch Kanäle wurde eine wichtige Grundlage für eine weite Verbreitung der Schwarzmeergrundeln geschaffen. Der Transport von Grundeln im Ballastwasser von Schiffen oder von Eiern an Schiffsrümpfen entlang den Schifffahrtsstraßen gilt als eine der Hauptursachen für die Bildung neuer Initialpopulationen (Cerwenka *et al.* 2014b). Eine Schlüsselfunktion von europaweiter Bedeutung kommt dabei dem bayerischen Rhein-Main-Donau-Kanal zu, der die ursprünglich isolierten Einzugsgebiete

von Donau und Rhein miteinander verbindet. Zunehmend wird auch die Fähigkeit von Grundeln zur aktiven und spontanen Einwanderung aus eigener Kraft diskutiert (Brandner *et al.* 2013c). Andere Studien gehen zudem von einer Aussetzung in fremden Habitaten durch Aquarianer und Angler aus (Ahnelt *et al.* 1998; Guti 2000; Lusk *et al.* 2000). Die Ursachen und Mechanismen der Grundelausbreitung dürften in der Realität komplexer sein als in der Literatur bisher angenommen.

Gewässerstruktur und -morphologie

Eine zentrale Rolle für den Erfolg gebietsfremder Schwarzmeergrundeln spielen vermutlich die starken anthropogenen Eingriffe in mitteleuropäische Fließgewässer. Baumaßnahmen zur Flussregulierung und zum Hochwasserschutz haben über Jahrzehnte weitreichende Veränderungen im natürlichen Regime unserer Gewässer hervorgerufen. Insbesondere an den Bundeswasserstraßen haben regulative Eingriffe wie Querbauwerke und Uferbefestigungen zu einer ständigen Abfolge von Stauhaltungen und kanalisier-

ten Abschnitten geführt. Diese Eingriffe resultieren über weite Strecken in einer strukturellen und hydromorphologischen Monotonie. Staubereiche, Bühnenfelder und Kanäle mit geringer Strömungsgeschwindigkeit bilden einen idealen Lebensraum für Grundeln und schaffen damit Konkurrenzvorteile gegenüber heimischen Fließgewässerarten, die eine andere Gewässermorphologie, schneller fließendes oder kälteres Wasser bevorzugen. Insbesondere durch den flächendeckenden Verbau unserer Fließgewässer mit Ufer-

sicherungen aus Grobsteinschüttungen hat der Mensch für Schwarzmeergrundeln einen idealen Lebensraum geschaffen (Abb. 33 a–d). Die Fische halten sich bevorzugt im Lückensystem der versteinten ufernahen Sohle auf. In diesen Mikrohabitaten finden sie ideale Unterstände mit geeigneten Bruträumen bei nahezu unbegrenzter Nahrungverfügbarkeit vor.

Entlang von Donau, RMD-Kanal und Main entspricht der überwiegende Teil der Uferlinie heute diesem Habitat. Die durchgeführten Strukturkartierungen ergaben, dass entlang der befischten Gewässerabschnitte mit Blocksteinwurf die nachgewiesenen Grundelarten besonders in diesen Abschnitten häufig waren. An Standorten mit flachen Uferabschnitten und groben Steinwurfstrukturen – wie beispielsweise im Donau-Unterwasser der Staustufe Regensburg – wurden Schwarzmundgrundeln mit einer Biomasse von über 4 kg/100 m gefangen, während in Abschnitten, die über keine Ufersicherung verfügten, meist deutlich weniger Grundeln nachgewiesen wurden (Ache & Ruff 2010). Paintner (2007) konnte Grundeln auch direkt in Flussabschnitten mit starken Strömungsgeschwindigkeiten von bis zu 2 m/s nachweisen, sofern an der Ge-

wässersohle Blocksteinschüttungen vorhanden waren. In dem sohnahen Lückensystem der Steinschüttung finden Grundeln permanente moderate Fließgeschwindigkeiten vor und die Saugscheibe ermöglicht ihnen auch in starker Strömung ein Festheften an Steinen. Sofern der Blocksteinwurf wie etwa am Main bei Aschaffenburg durch Hochwasserereignisse abschnittsweise mit Sedimenten verfüllt und überlagert wurde, brachen die erfassten Individuenzahlen an Grundeln gegenüber den Abschnitten mit offenem Lückensystem extrem ein (Bäumler 2011).

An Probestellen mit Uferbefestigung aus mit Beton verossener, annähernd vollständig geschlossener Steinschüttung (z. B. am RMD-Kanal nahe Katzwang/Hilpoltstein) konnte vermehrt die Marmorierte Grundel nachgewiesen werden. Die kleinwüchsige Marmorierte Grundel profitiert offensichtlich davon, dass die lediglich angedeuteten Interstitialräume an den Fugen der Wasserbausteine für die großwüchsigeren Verwandten ein weniger gut geeignetes Habitat darstellen. In den wenigen vorhandenen Bereichen mit offenen Interstitialräumen wurden häufiger die etwas größeren Schwarzmundgrundeln gefangen (Fachberatung für Fischerei, Bezirk Mittelfranken 2011).



Abb. 33 a–d: Mit Blocksteinschüttungen, Bühnenfeldern, künstlich angelegten Kanälen und Querbauwerken schafft der Mensch ideale Lebensräume für Grundeln und verursacht somit Konkurrenzvorteile gegenüber heimischen Fließgewässerarten. Das ausgedehnte Lückensystem zwischen künstlich angelegten Steinschüttungen bietet Grundeln und Grundelnährtieren ideale Mikrohabitats hinsichtlich Wachstum und Reproduktion.

Die Kesslergrundel erreichte hohe Biomassen in direkt von Stauhaltung beeinflussten Flussabschnitten. Möglicherweise profitiert diese Art von der verringerten Strömung und der besonders intensiven Uferversteinung im Bereich der Staustufen. Offensichtliche Unterschiede in der Substrat-/Mikrohabitatpräferenz der beiden Grundelarten Kesslergrundel und Schwarzmundgrundel konnten nicht festgestellt werden. Beide Arten wurden in kiesigen Uferbereichen in deutlich geringerer Bestandsdichte

angetroffen als in Blocksteinschüttungen. Dabei ist es offensichtlich unerheblich, ob es sich um ein mit Blocksteinen geschüttetes Ufer oder um mit losen Blocksteinen errichtete Bühnen handelt. Diese Ergebnisse decken sich mit früheren Erkenntnissen zu den Substrat- und Mikrohabitatpräferenzen der Grundeln (z.B. Pinchuk *et al.* 2003; Pinchuk *et al.* 2004 allgemein; Seifert & Paintner 2006 spez. bayer. Donau).

Veränderung der Nahrungsnetze durch Invasion gebietsfremder Invertebraten

Bei den am häufigsten in deutschen Gewässern festgestellten gebietsfremden Arten handelt es sich nicht etwa um Fische. Die Makrozoobenthosfauna heimischer Wasserstraßen wurde über die letzten 20 Jahre durch zahlreiche Einwanderungsprozesse invasiver Invertebraten geprägt (Müller & Peschel 2007; Tittizer *et al.* 2000). Mit etwa 77 Arten stellt das Makrozoobenthos die derzeit größte Gruppe unter den aquatischen Neobiota dar (Stand: Feb. 2011, Nehring 2011). Die meisten gebietsfremden Makroinvertebraten finden sich dabei in den Binnengewässern. Insgesamt konnten hier bisher 52 eingeschleppte Arten als etabliert nachgewiesen werden. Häufig handelt es sich bei den zugewanderten oder eingeschleppten Arten um Krebs- oder Weichtiere, die wie die Grundeln vor allem aus dem pontokaspischen Raum stammen (Nehring 2011).

Auch für Makroinvertebraten stellt die Schifffahrt einen bedeutenden Einschleppungsfaktor dar. Die meisten gebietsfremden Makroinvertebraten haben vor allem in den

Binnenwasserstraßen dauerhafte Populationen ausgebildet (Eggers 2006; Nehring 2011). Untersuchungen in Donau, Main und Rhein haben gezeigt, dass die Bestände einiger gebietsfremder Makroinvertebraten die der heimischen Arten inzwischen über weite Bereiche dominieren und dabei die indigene Fauna weitgehend verdrängt haben (Haas 2002; Haas *et al.* 2002; Eggers 2006; Nehring 2011). Im Rahmen der ernährungsökologischen Untersuchungen an Grundeln in Donau und Rhein konnte festgestellt werden, dass gebietsfremde Flohkrebse wie *Dikerogammarus villosus* und *Chelicorophium curvispinum*, Garnelen wie *Limnomysis benedeni*, Muscheln wie *Dreissena polymorpha*, *Corbicula* spp. sowie Schnecken wie *Potamopyrgus antipodarum* in heimischen Fließgewässern einen Großteil der von Grundeln aufgenommenen Nahrung ausmachen (Emde 2010; Kollin *et al.* 2011; Brandner *et al.* 2013a). In diesem Zusammenhang konnte bereits mehrfach nachgewiesen werden, dass allein der Große Höckerflohkrebs *Dikerogammarus villo-*



Abb. 34 a, b: Gebietsfremde Wirbellose wie der Große Höckerflohkrebs (*Dikerogammarus villosus*) und die Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*) haben sich ebenfalls aus dem pontokaspischen Raum über das Rhein-Main-Donausystem etabliert. Sie stellen für Grundeln vielerorts eine ideale Nahrungsgrundlage dar.

sus (Abb. 34a) einen Hauptanteil der Energieversorgung von Kessler- und Schwarzmundgrundel deckt (Brandner *et al.* 2013a). Mit Verdrängung der indigenen Makrozoobenthosfauna durch zahlreiche lenitische, oftmals aus Brackwasser- und marinen Ökosystemen der Pontokaspis stammenden Arten hat sich das Nahrungsgefüge in günstiger Weise für Schwarzmeergrundeln verändert. Es ist somit davon auszugehen, dass Grundeln vielerorts durch Verschiebungen in der Makrozoobenthosfauna profitieren indem ihnen invasive Höckerflohkrebse, Schlickkrebse, Garnelen und Muscheln eine ideale Nahrungsgrundlage bieten.

Diese zunehmende Eingliederung invasiver Organismen in heimische Nahrungsnetze, bis hin zur Implemen-

tierung ganzer Nahrungsketten aus dem pontokaspischen Raum, beschreibt einen fundamentalen Wandel, welcher sich derzeit in zahlreichen heimischen Fließgewässerökosystemen vollzieht. Die Invasion und Etablierung von Schwarzmeergrundeln spiegelt diese Entwicklung in den bayerischen Fließgewässern wider. Die faunistischen Veränderungen hin zu einer neuen Artengemeinschaft sind letztendlich als eine Folge der stark veränderten Lebensräume zu sehen, in der sowohl neozoische Räuber als auch Beuteorganismen profitieren. Es ist daher sehr unwahrscheinlich, dass eine Besiedlung durch Grundeln ohne die vorhergehenden anthropogenen Veränderungen im Zuge der massiven Ausbautätigkeiten an Fließgewässern hätte erfolgen können.

Temperatur und Klimawandel

Eine weitere Rolle für den Invasionserfolg der Schwarzmeergrundeln spielt auch die Veränderung der Wassertemperaturen in Europas Flusssystemen. Zum einen haben Einleitungen von industriellen Abwässern und der Bau von Staustufen zur Temperaturerhöhung in den großen Flusssystemen Europas beigetragen, zum anderen wird geschätzt, dass der weltweite Klimawandel einen großen Einfluss auf die Wassertemperaturen hat (BUND 2009; WWF 2009). Schwarzmeergrundeln sind aufgrund ihrer natürlichen Verbreitungsgebiete auch an höhere Wassertemperaturen gut angepasst und können von einer Erwärmung in heimischen Fließgewässern profitieren. Dies gilt vor allem für Staubereiche, in denen sich das Wasser stärker erwärmen kann als in naturnahen Fließgewässerstrecken. Niedrige Wassertemperaturen stellen in Bayerns Fließgewässern eine bedeutende Wanderbar-

riere für Schwarzmeergrundeln dar und bilden einen der limitierenden Faktoren für die Ausbreitung in Zubringer und Oberläufe entlang der Hauptverbreitungsachse. Im Zusammenhang mit dem globalen Klimawandel ist in Zukunft eine weitere Begünstigung wärmetoleranter Arten zu erwarten. Die Untersuchungen zeigen, dass unsere Gewässer mit ihren Biozönosen schon heute einem hohen Druck durch gebietsfremde Fischarten unterliegen, der sich durch den Klimawandel noch verstärken wird (Wiesner *et al.* 2010). Es ist zu befürchten, dass sich vorwiegend Ubiquisten etablieren, die eine große Toleranz gegenüber einer Vielzahl an Umweltparametern besitzen (Horn & He 1992). Organismen mit hohen Lebensraumanforderungen und engen Toleranzbereichen werden aufgrund ihrer geringen Anpassungsfähigkeit häufig zurückgedrängt.

Anpassungsfähigkeit & Konkurrenz

Der Invasionserfolg pontokaspischer Grundelarten steht im Zusammenhang mit ihrer enormen Fähigkeit zur Entwicklung geeigneter Anpassungsstrategien an verhältnismäßig schnell wechselnde Bedingungen während der Phasen einer Neubesiedlung. Von der Gründerpopulation

bis hin zur langfristigen Etablierung stellt dies eine besondere Herausforderung für alle invasiven Organismen dar. Vergangene Untersuchungen haben bereits populationsdynamische Unterschiede zwischen Grundelpopulationen gleicher Art, jedoch in ursprünglichen und neu besiedel-

ten Verbreitungsgebieten, aufgezeigt. Hierbei waren zum Teil nicht nur Verteilung und Häufigkeiten innerhalb der untersuchten Populationen verschieden, sondern auch phäno- und genotypische Unterschiede konnten nachgewiesen werden (Brandner *et al.* 2013c; Cerwenka *et al.* 2014a, b). Vor allem die Schwarzmundgrundel verfügt in diesem Zusammenhang über eine hohe Plastizität. Individuen aus unterschiedlich lang besiedelten Expansionsgebieten können sich zum Teil hinsichtlich morphologisch-somatischer Merkmale ebenso wie durch ihre Reproduktions- und Ernährungsökologie unterscheiden (Brandner *et al.* 2013c). In der bayerischen Donau konnten Brandner *et al.* (2013) für *N. melanostomus* zeigen, dass es vornehmlich kräftige und durchsetzungsstarke, überdurchschnittlich große und fitte Individuen sind, die flussaufwärts gerichtet wandern. Eine »Invasionsfront« physisch starker Einzelindividuen, die sich im Wettbewerb gegen andere Arten erfolgreich durchsetzen können, scheint für die stromauf gerichtete Ausbreitung eine bedeutende Rolle für den Invasionserfolg zu spielen. Dem gegenüber steht der quantitative Reproduktionserfolg aus bereits etablierten Populationen. Hier werden aufgrund von hoher Konkurrenz in dicht besiedelten Gebieten wohlmöglich vermehrt kleinere, schwächere oder juvenile Individuen zur Abwanderung gedrängt.

In der Populationsdynamik sympatrisch einwandernder Grundeln ist neben der innerartlichen (intraspezifischen) Konkurrenz vor allem auch die heterospezifische Konkurrenz zwischen den einzelnen Grundelarten von großer Bedeutung. Tritt in diesem Zusammenhang Prädation auf, so bezeichnet man diese Form als »*intraguild predation (IGP)*« (Polis *et al.* 1989). Gegenüber der klassischen



Abb. 35: Kesslergrundeln können einen erheblichen Prädationsdruck auf die eigene Verwandtschaft ausüben.

Prädation kann der Prädator dabei in dreifacher Hinsicht profitieren: Durch die Nahrungsaufnahme, durch die Eliminierung eines Konkurrenten sowie durch die Eliminierung eines potenziellen Prädators. Daher sind die Auswirkungen der »IGP« auf die Populationsdynamik der beteiligten Arten besonders komplex. Die bisherigen Ergebnisse deuten darauf hin, dass vor allem bei der Kesslergrundel Kannibalismus und »IGP« ausgeprägt zu sein scheinen (Abb. 35).

Welche Anpassungsstrategien der einzelnen Grundelarten sich unter den gegebenen Bedingungen als erfolgsversprechender herausstellen und ob konkurrierende Arten an heimischen Gewässern dauerhaft koexistent etablieren können, ist derzeit noch nicht absehbar. Beobachtungen an Main und Donau deuten darauf hin, dass etablierte Bestände der Kesslergrundel vielerorts zeitgleich mit dem Aufkommen dichter Schwarzmundgrundelbestände abnehmen, oder an den Rand ihrer bevorzugten Habitate gedrängt werden. Die hohe Plastizität ermöglicht es der Schwarzmundgrundel wahrscheinlich, ein breiteres Spektrum an trophischen Nischen zu besetzen, was ihr zahlreiche Vorteile bei der Nutzung verfügbarer Nahrungsquellen und der Vermeidung von Konkurrenzen verschafft. Besonders deutlich zeigt sich ein weitgehend flächendeckender Rückgang der Populationsdichten der Marmorierten Grundel an Donau und Main. Die bisherigen Ergebnisse deuten darauf hin, dass dieser offensichtlich im Zusammenhang mit dem Auftreten der Kessler- und Schwarzmundgrundel steht. Es ist anzunehmen, dass sich hohe Bestände der großwüchsigen Kessler- und Schwarzmundgrundel negativ auf zuvor etablierte Populationen der kleineren Marmorierten Grundel auswirken. Paintner (2007) konnte bei seinen Untersuchungen an der niederbayerischen Donau nachweisen, dass besonders an Standorten, an denen die Kesslergrundel in sehr hohen Bestandsdichten bzw. massenhaft auftrat, die Populationsdichten der Marmorierten Grundeln gering waren. Offensichtlich unterliegt die Marmorierte Grundel einem besonders hohen Prädations- und Konkurrenzdruck durch ihre größeren Verwandten und weicht dadurch vermehrt auf Nebengewässer entlang der Verbreitungsachse von Schwarzmund- und Kesslergrundel aus. Angesichts der stark rückläufigen Tendenz der ehemals dichten Bestände an Marmorierten Grundeln ist nicht auszuschließen, dass bei Fortdauer der negativen Bestandsentwicklung vielerorts eine kritische Populationsgröße unterschritten wird und die Art aus weiten Teilen der bayerischen Hauptflüsse wieder völlig verschwindet (Paintner 2010).

Auswirkungen auf die heimische Artengemeinschaft

Invasive Schwarzmeergrundeln sind für ihr Auftreten in extrem hohen Individuenzahlen bekannt. Diese hohen Dichten forcieren Interaktionen mit einheimischen Arten, in denen die gebietsfremden Fische als neue Konkurrenten, Beute oder Räuber auftreten. Möglicherweise sind Grundeln aufgrund ihrer Aggressivität in der Lage, weniger durchsetzungsfähige einheimische Fischarten mit ähnlichen Habitat- und Nahrungsansprüchen aus ihrem bevorzugten Lebensraum und ihren Laichhabitaten zu verdrängen (Hudina *et al.* 2014). Labor- und Freiland-

daten aus den USA bestätigen, dass durch die Anwesenheit von Schwarzmundgrundeln die Bestände der dort heimischen bodenlebenden Kleinfischarten, wie z. B. Groppen (*Cottus*) und Springbarsche (*Etheostoma*), negativ beeinflusst werden können (Jansson & Jude 2001; Lauer *et al.* 2004). Einige Untersuchungen in Europa deuten ebenfalls darauf hin, dass es in den Ausbreitungsgebieten der Schwarzmundgrundel, speziell in der Ostsee (Karlson *et al.* 2007) und der unteren Donau (Jurajda *et al.* 2005), zu einer Abnahme heimischer Fischarten kam.

Ernährungsökologie invasiver Grundeln

Aufgrund ihrer überwiegend bodenorientierten Lebensweise ernähren sich Schwarzmeergrundeln zu großen Anteilen von wirbellosen Kleintieren, eine wichtige Nahrungsquelle auch für viele heimische Fischarten. In den Großen Nordamerikanischen Seen zeigte sich durch massiven Fraßdruck der Schwarzmundgrundeln eine Dezimierung der Invertebratenfauna (Lederer *et al.* 2006; Barton *et al.* 2005). Solche Veränderungen in der Artenzusammensetzung und Bestandsdichte von Fischnährtieren können weitreichende Konsequenzen für die Fischfauna haben. Sollte Letzteres auch für die Wirbellosenfauna bayerischer Gewässer zutreffen, ist zu vermuten, dass es durch eine verringerte Verfügbarkeit von Nahrungsgrundlagen zu einem indirekten negativen Einfluss der Grundeln auf heimische Fischarten kommen kann.

Methoden

Um die Auswirkungen von Grundeln auf die heimische Fisch- und Invertebratenzönose zu untersuchen, führte der Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie der Technischen Universität München im Auftrag des Landesfischereiverbands Bayern im Jahr 2010 umfassende ernährungsökologische Untersuchungen zu den trophischen Verknüpfungen invasiver Grundelarten in heimischen Nahrungsnetzen durch. Am Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie der TU München wurden in Kooperation mit der Zoologischen Staatssammlung München umfangreiche wissenschaftliche Untersuchungen zur Biologie der invasiven Grundeln durchgeführt und dabei wichtige Untersuchungsmethoden etabliert (Brandner *et al.* 2013a, b, c; Cerwenka *et al.* 2014a, b). Für einen Vergleich der Ernährungsweisen von Grundeln und heimischen Fischarten wurden an ausgewählten Probestellen entlang des Mains, des Rhein-Main-Donau-Kanals und

der Donau, Verdauungstraktinhaltsanalysen an gefangenen Fischen durchgeführt. Die benötigten Fische wurden bei Elektrofischungen im Zeitraum vom 17. September bis zum 18. Oktober 2010 gesammelt. Die Probestellen lagen in der Donau im Bereich der Naab- und der Regenmündung, im Main an der Baunach-, Lohr- Nassach- und Fränkischen Saalemündung und im RMD-Kanal im Bereich der Regnitz-, Aisch- und Altmühlmündung. Für jede Probestelle wurden nach Möglichkeit 30 Grundeln und ca. fünf Vertreter der häufigsten heimischen Fischarten untersucht und die gewonnenen Daten mittels »Food Importance Index« (FI) nach Herder und Freyhof (2006) ausgewertet. Zusätzlich wurde die Ernährungsökologie der Grundeln in Abhängigkeit von der Größe (Größenklassen) auf mögliche Unterschiede im tageszeitlichen Verlauf untersucht. Neben Fischarten wurden auch Fischnährtiere beprobt, um deren Verteilung mit den Ergebnissen der Verdauungstraktinhaltsanalysen vergleichen zu können. Hierfür wurden an allen Befischungsstrecken mit einem Pumpsampler der TU München (Kollin *et al.* 2011)

jeweils drei räumliche Replikate von Makrozoobenthosproben genommen und die Individuenzahlen nach taxonomischer Zugehörigkeit bestimmt (Abb. 36).

Makrozoobenthosfauna entlang der Ausbreitungsgrenzen invasiver Grundeln in Bayern

Mit Ausnahme des Altmühl- und Baunachmündungsbereichs waren in den untersuchten Mündungsbereichen Amphipoden und Isopoden die häufigsten Vertreter der Invertebratenfauna (Abb. 36). Der Anteil an Mollusken von der Gesamtanzahl vorgefundener Invertebraten war an keiner der Probestellen unerheblich. Im Mündungsbereich der Naab wurde eine vergleichsweise hohe Anzahl an Amphipoden nachgewiesen, wohingegen im Mündungsbereich der Altmühl Insektenlarven besonders zahlreich waren. Im Mündungsbereich der Baunach dominierten Oligochaeten die Invertebratenfauna.

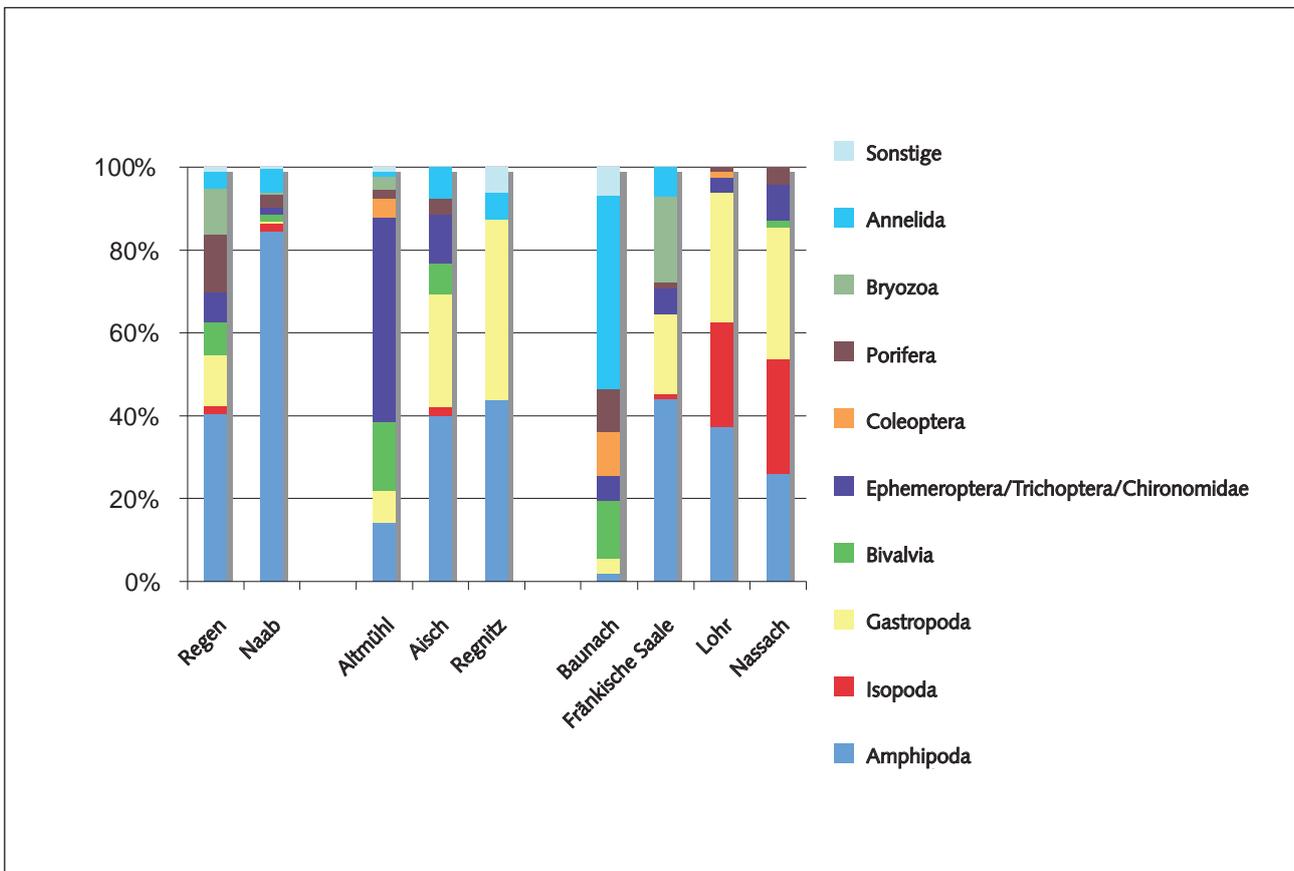


Abb. 36: Anteil taxonomischer Einheiten an den Makrozoobenthosproben je Probestelle in Prozent. Dargestellt ist die Summe über alle Proben, (Kollin *et al.* 2011).

Ernährungsökologie der häufigsten Grundelarten im Vergleich

Insgesamt spiegeln die nahrungsökologischen Untersuchungen an bayerischen Gewässern die opportunistische Ernährungsweise der Grundelarten wider. Als Generalisten nutzen sie ein breites Nahrungsspektrum und ernähren sich primär von einem den örtlichen Gegebenheiten entsprechend diversen Angebot an Invertebraten. Um die Unterschiede in der Ernährungsökologie zwischen den einzelnen Grundelarten besser aufzeigen zu können, sind die Ergebnisse der Verdauungstraktinhaltsanalysen im Folgenden artspezifisch nach Marmorierter, Kessler- und Schwarzmundgrundel ausgewertet (Abb. 37–39).

Marmorierte Grundel

Marmorierte Grundeln kleiner Größe fraßen neben Amphipoden vor allem Chironomiden (Abb. 37). Piscivorie konnte zwar in allen Größenklassen, aber nur zu sehr geringen Anteilen nachgewiesen werden. Insgesamt nahm mit ansteigender Größe der Individuen der Anteil an Amphipoden zu, während der Anteil der Chironomiden und Trichopteren geringer wurde. Das Spektrum der Nahrung war bei größeren Exemplaren jedoch insgesamt weiter gefächert, was darauf hindeutet, dass mit zunehmender Größe mehr Nahrungsquellen erschlossen werden.

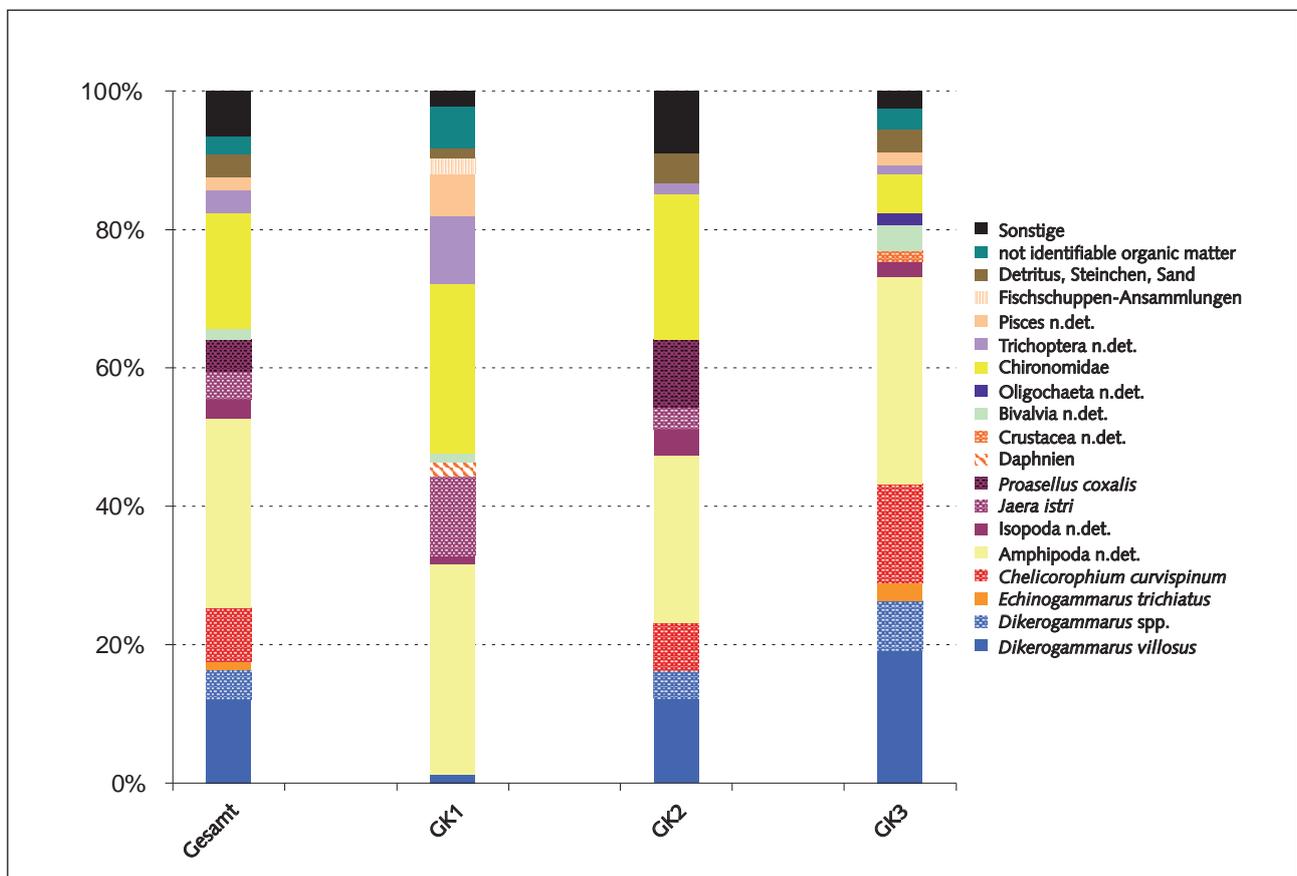


Abb. 37: Food Importance Index für Proterorhinus semilunaris: Gesamt sowie nach Größenklassen (GK 1-3), (Kollin et al. 2011).

Kesslergrundel

Die untersuchten Kesslergrundeln ernährten sich fast ausschließlich von verschiedenen Amphipoden (Abb. 38). Kleinere Individuen hatten zudem Chironomiden oder auch Oligochaeten und Trichopteren gefressen, wobei deren An-

teil relativ gering war. Mit steigender Körpergröße ernährten sich Kesslergrundeln zunehmend piscivor. In der oberen Größenklasse waren Fische die zweithäufigste Nahrungsquelle nach Amphipoden. Insgesamt hatten 15,3 Prozent der untersuchten Kesslergrundeln Fische gefressen.

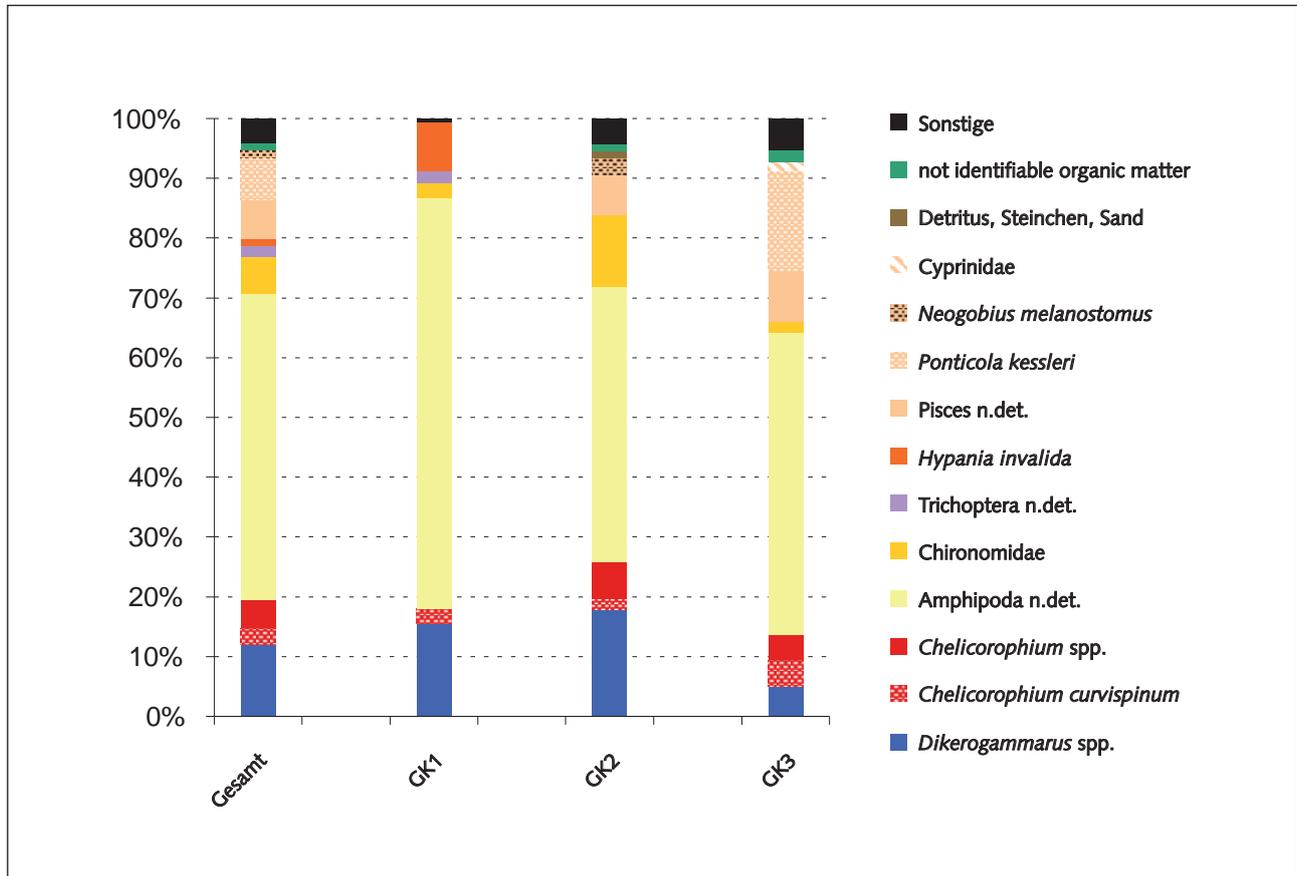


Abb. 38: Food Importance Index für *Ponticola kessleri*: Gesamt sowie nach Größenklassen (GK 1-3), (Kollin et al. 2011).

Schwarzmundgrundel

Wie bei den anderen untersuchten Grundelarten waren Amphipoden die wichtigste Nahrungsquelle (Abb. 39). Bei kleineren Schwarzmundgrundeln machten daneben vor allem auch Chironomiden einen bedeutenden Anteil der Nahrung aus. Mit steigender Körpergröße ernährten sich Schwarzmundgrundeln zunehmend von Mollusken wie z. B. Körbchenmuscheln oder Flussnapfschnecken. Eine überwiegend Ernährungsweise von Muscheln, wie sie für Schwarzmundgrundelpopulationen innerhalb ihres ursprünglichen Verbreitungsgebietes (Pinchuk et al. 2003) oder aus den Großen Nordamerikanischen Seen (Kornis et al. 2012) beschrieben wurde, konnte im Rahmen dieser Untersuchungen nicht bestätigt werden. Insgesamt betrachtet waren Muscheln als Nahrungsbestandteile von geringer Bedeutung im Vergleich zu diversen Invertebraten. Dies deckt sich mit Ergebnissen

aus der ungarischen (Borza et al. 2009) und österreichischen (Polacik et al. 2009) Donau. Neozoische Invertebraten, wie *Dikerogammarus villosus*, *Chelicorophium curvispinum*, *Dreissena polymorpha*, *Corbicula* spp. und *Potamopyrgus antipodarum* wurden vermehrt als Nahrungsbestandteile von Schwarzmundgrundeln festgestellt. Dies könnte ein Hinweis auf eine Begünstigung der Grundeln durch die vorhergehende Ausbreitung invasiver neozoischer wirbelloser Tiere sein (vgl. Kap. 5.3, S. 39). Fische konnten im Rahmen dieser Untersuchungen nicht als Beute von Schwarzmundgrundeln nachgewiesen werden. Auch Brandner et al. (2013a) fanden keine Fische in den Mägen von Schwarzmundgrundeln.

Gabel (2012) kam im Rahmen seiner nahrungsökologischen Untersuchungen an 118 Schwarzmundgrundeln aus

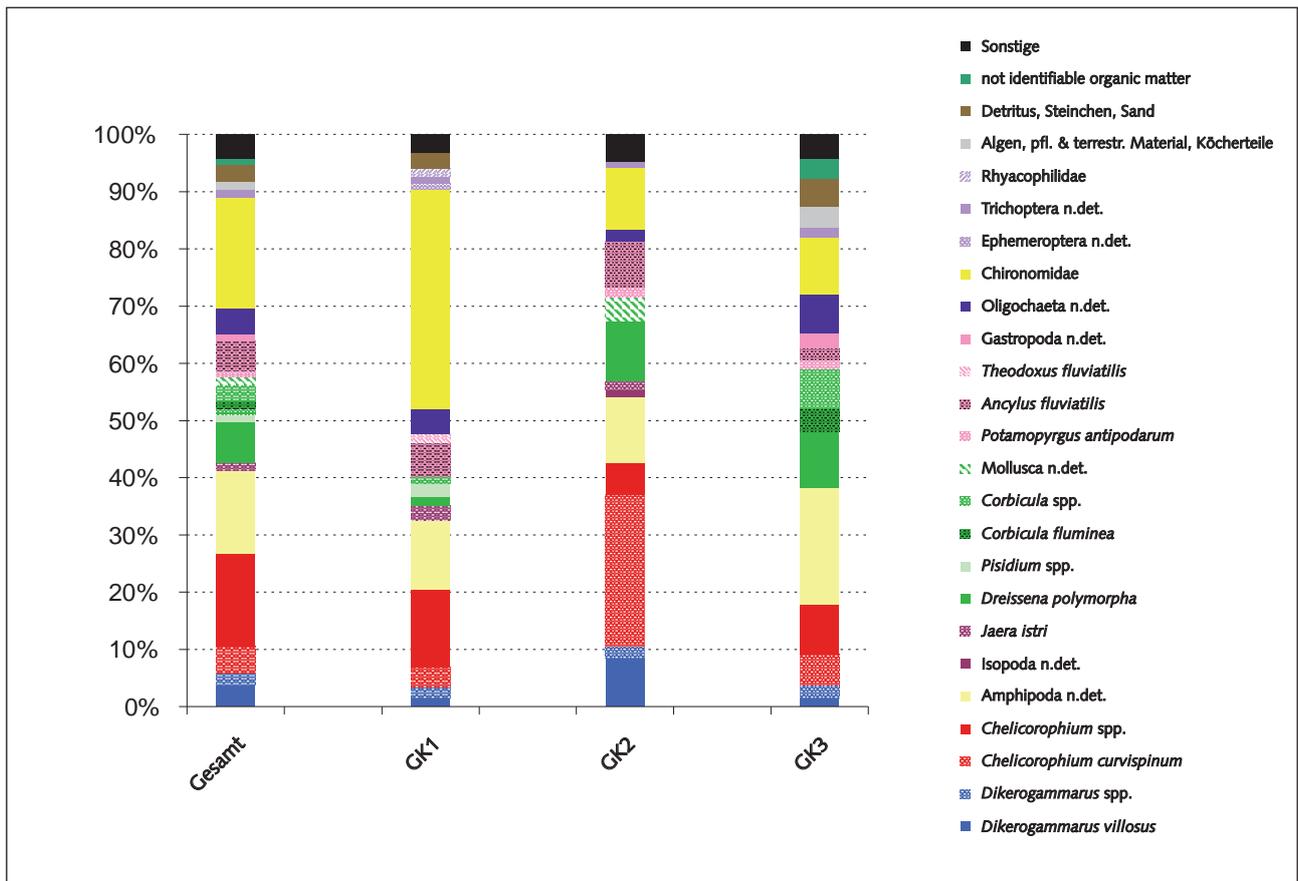


Abb. 39: Food Importance Index für *Neogobius melanostomus*: Gesamt sowie nach Größenklassen (GK 1-3), (Kollin et al. 2011).

dem Main zu ähnlichen Ergebnissen (Tab. 2). Neben Amphipoden und Mollusken dominierten hier zahlenmäßig vor allem Chironomiden und Trichopteren als Nahrungsbestandteile. Insgesamt machten diese vier Taxa über 92 Prozent der nachgewiesenen Nahrungsbestandteile in Schwarzmundgrundeln aus. Piscivorie konnte auch im Rahmen dieser nahrungsökologischen Untersuchungen nur zu sehr geringen Anteilen festgestellt werden.



Abb. 40 a, b: Gebietsfremde Flohkrebse (Amphipoden) wie z. B. der Große Höckerflohkrebs (*Dikerogammarus villosus*, links) oder der Süßwasser-Röhrenkrebs (*Chelicorophium curvispinum*, rechts), stellen in heimischen Fließgewässern häufig einen Großteil der Nahrung von Grundeln dar.

Tab. 2: Anzahl der in den Mägen von *Neogobius melanostomus* ($n = 118$) nachgewiesenen Taxa und ihr prozentualer Anteil an den Fundstücken aus allen Mägen ($n = 5922$), nach Gabel (2012).

Gruppen/Taxa	Anzahl	Anteil (%)
Insekten:	4901	81,8
Chironomidae	3987	67,3
Trichoptera	784	13,2
Krebstiere:	402	7,7
Amphipoda	366	6,2
Mollusken:	330	5,6
Pflanzenreste:	115	1,9
Fischreste:	97	1,6
Spinnentiere:	65	1,1
Ringelwürmer:	11	0,2
Tausendfüßer:	1	0,02



Abb. 41 a–c: Hartschalige Mollusken wie Muscheln und Wasserschnecken werden häufiger von der Schwarzmundgrundel gefressen als von den anderen Grundelarten.

Piscivorie

Vielerorts haben Freilandbeobachtungen und Laborexperimente gezeigt, dass Exemplare der Schwarzmeergrundeln trotz ihrer verhältnismäßig geringen Größe in der Lage sind, kleinere Fische von bis zu der Hälfte ihrer eigenen Körperlänge zu erbeuten. Vor allem von der Kesslergrundel ist bekannt, dass sie sich in ihren ursprünglichen Verbreitungsgebieten zu großen Teilen piscivor ernährt (Vasil'Eva & Vasil'Ev 2003; Polacik *et al.* 2009). Die in Bayern durchgeführten Untersuchungen ergaben, dass sich invasive Grundeln in heimischen Gewässern überwiegend von wirbellosen Kleintieren ernähren. Als Nahrungsbestandteil waren Fische im Vergleich zu diversen Invertebraten insgesamt betrachtet von geringer Bedeutung. Dies deckt sich unter anderem mit Ergebnissen aus der ungarischen und österreichischen Donau (Borza *et al.* 2009; Polacik *et al.* 2009). Für die Schwarzmundgrundel konnte der Ruf, ein Fischfresser zu sein, nicht bestätigt werden. Piscivorie wurde vor allem bei der Kesslergrundel nachgewiesen. Diese ernährt sich in bayerischen Fließgewässern mit steigender Körpergröße zunehmend regelmäßig von anderen Fischen. In Gebieten mit hohen Bestandsdichten, wie etwa dem unterfränkischen Main, ist somit von einem gewissen Fraßdruck auf die lokale Fischfauna auszugehen. In diesem Zusammenhang sind jedoch Kannibalismus und gildeninterne Prädation als wichtige Faktoren einzubeziehen. Ein Großteil der Beutefische von Grundeln konnten im Rahmen der Untersuchungen zweifelsfrei als Vertreter der eigenen Art oder Verwandtschaft identifiziert werden (Bäumler 2010; Ache & Ruff 2011; Kollin *et al.* 2011). Aus Untersuchungen entlang der Donau ist jedoch bekannt, dass von der Kesslergrundel Jungfische heimischer Fischarten, wie die des Zingels (*Zingel zingel*) oder des Zanders (*Sander lucioperca*) gefressen werden (Adamek *et al.* 2007). Paintner (2010) konnte im Rahmen seiner Untersuchungen in der bayerischen Do-

nau nachweisen, dass Schrätzer (*Gymnocephalus schraetser*, Abb. 43b) von bis zu acht Zentimeter Körperlänge als Beutefische für die Kesslergrundel in Frage kommen. Am unterfränkischen Main wurde anhand der durchgeführten Grundelbefischungen ein nachweislicher Rückgang von Gründlingen (*Gobio gobio*) gegenüber den Fängen der Vorjahre festgestellt (Silkenat & Kolahsa 2011). Mögliche negative Auswirkungen der Grundeln auf die im Donauinzugsgebiet endemischen Barsch- und Gründlingsarten (*Gymnocephalus* spp., *Romanogobio* spp., *Zingel* spp.), für deren Schutz und Erhalt gemäß der Europäischen Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie besondere Maßgaben gelten, sind in diesem Zusammenhang als besonders kritisch zu bewerten.

In den USA wurden invasive Grundeln als bedeutende Fischlaichräuber beschrieben (Fitzsimons *et al.* 2006a). Bestandsrückgänge von großen Raubfischen wie dem Namaycush-Saibling (*Salvelinus namaycush*) wurden unter anderem auf den Laichfraß durch Schwarzmund-



Abb. 42: Kesslergrundeln ernähren sich mit steigender Körpergröße zunehmend piscivor. Dabei werden neben heimischen Kleinfischarten – in diesem Fall eine Bachschmerle (*Barbartula barbartula*) – vor allem auch kleinere Exemplare an Grundeln erbeutet.

grundeln zurückgeführt (Fitzsimons *et al.* 2006b). Bisher liefern nahrungsökologische Untersuchungen an bayerischen Gewässern keine Hinweise auf eine besondere Bedeutung von Fischlaich als Nahrungsbestandteil invasiver Grundeln. Aufgrund ihrer opportunistischen Ernährungsweise erscheint jedoch eine Nutzung jahreszeitlich bedingter Überangebote an Nahrung – wie z.B. Laich und Brutfische im Frühjahr – als sehr wahrscheinlich. In Bayern treten Grundeln überwiegend in der Barbenregion auf. Die Laichzeiten zahlreicher heimischer Fischarten fallen in eine Periode, in der Grundeln bereits aktiv jagen und fressen (Kovac *et al.* 2009). Auswirkungen auf die Reproduktion von heimischen Cypriniden und Perciden, die über ähnliche Strukturpräferenzen hinsichtlich ihrer Laich- und Jungfischhabitats verfügen, sind somit möglich.

Nahrungskonkurrenz zu heimischen Fischarten

Die in Bayern durchgeführten Untersuchungen lieferten bisher keinen Nachweis einer akuten Gefährdung der heimischen Fischfauna durch eine kritische Abnahme von Makrozoobenthosbiomasse aufgrund von Grundelprädatoren.

Die Untersuchungen zur Makrozoobenthosfauna (Abb. 36) haben gezeigt, dass die Ergebnisse der nahrungsökologischen Untersuchungen an Grundeln, die Zusammensetzung der im Gewässer vorgefundenen Invertebratenzönose in etwa widerspiegeln. Grundeln ernähren sich in bayerischen Fließgewässern primär von einem den

örtlichen Gegebenheiten entsprechend diversen Angebot an Invertebraten. In weiten Bereichen von Donau, Main und Rhein dominieren neozoische Wirbellose, die sich zum Teil flächendeckend mit dichten Beständen etabliert haben. An Probestellen, an denen beispielsweise der Große Höckerflohkrebs (*Dikerogammarus villosus*) in den Makrozoobenthosproben auftrat, wurde dieser neozoische Invertebrat als wichtiger Nahrungsbestandteil für Grundeln nachgewiesen. Bereits mehrfach konnte dokumentiert werden, dass in Gebieten in denen sich *D. villosus* und weitere neozoische Amphipoden etabliert haben, diese einen bedeutenden Anteil der Nahrung von Grundeln ausmachen (Emde 2010, Brandner *et al.* 2013b). Wie die Untersuchungen gezeigt haben, spielt im Gegensatz dazu der Anteil dieser neozoischen Invertebraten in der aufgenommenen Nahrung heimischer Arten eine eher untergeordnete Rolle. Das Nahrungsspektrum autochthoner Fische überschneidet sich daher meist nur geringfügig mit dem der Grundeln. Regelmäßige und deutliche Überlappungen im Nahrungsspektrum konnten bisher nur zwischen Grundeln und Flussbarschen nachgewiesen werden. Eine signifikante Schwankung der Konditionsfaktoren bei Flussbarschen im Vergleich von Probestellen mit geringen und hohen Abundanzen an Grundeln gab es jedoch nicht.

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Verdauungstraktanalysen an Grundeln und heimischen Fischarten entsprechend der Einzugsgebiete Main, RMD-Kanal und Donau in zusammengefasster Form dargestellt (Abb. 44–46). Detaillierte Angaben zu den Untersuchungsmethoden und den Einzelergebnissen der jeweiligen Probestellen gibt Kollin *et al.* (2011).



Abb. 43 a, b: Für den Erhalt gefährdeter und artenschutzrechtlich geschützte Kleinfischarten wie z.B. die endemischen Donaubarsche (links: Streber, *Zingel streber*; rechts: Schrätzer, *Gymnocephalus schraetser*) ist eine zusätzliche Bedrohung durch flächendeckende Bestände an Grundeln von besonderer Bedeutung.

Main

Vergleicht man die Nahrungspräferenzen der untersuchten Grundeln und von heimischen Fischarten im Main, so zeigt sich, dass in beiden Fällen Amphipoden den Hauptteil der Nahrung ausmachten (Abb. 44). Bei den heimischen Fischarten wurden daneben je nach Art zu einem großen Teil Fische und Algen gefressen, wäh-

rend bei Grundeln Isopoden, Mollusken und Insekten wichtige Bestandteile der Nahrung darstellten. Mollusken wurden ausschließlich von Grundeln als Nahrungsquelle genutzt. Bezüglich der Nutzung gleicher Nahrungsressourcen zeigten die Grundelarten zu heimischen Fischarten kleinere Überschneidungen als untereinander.

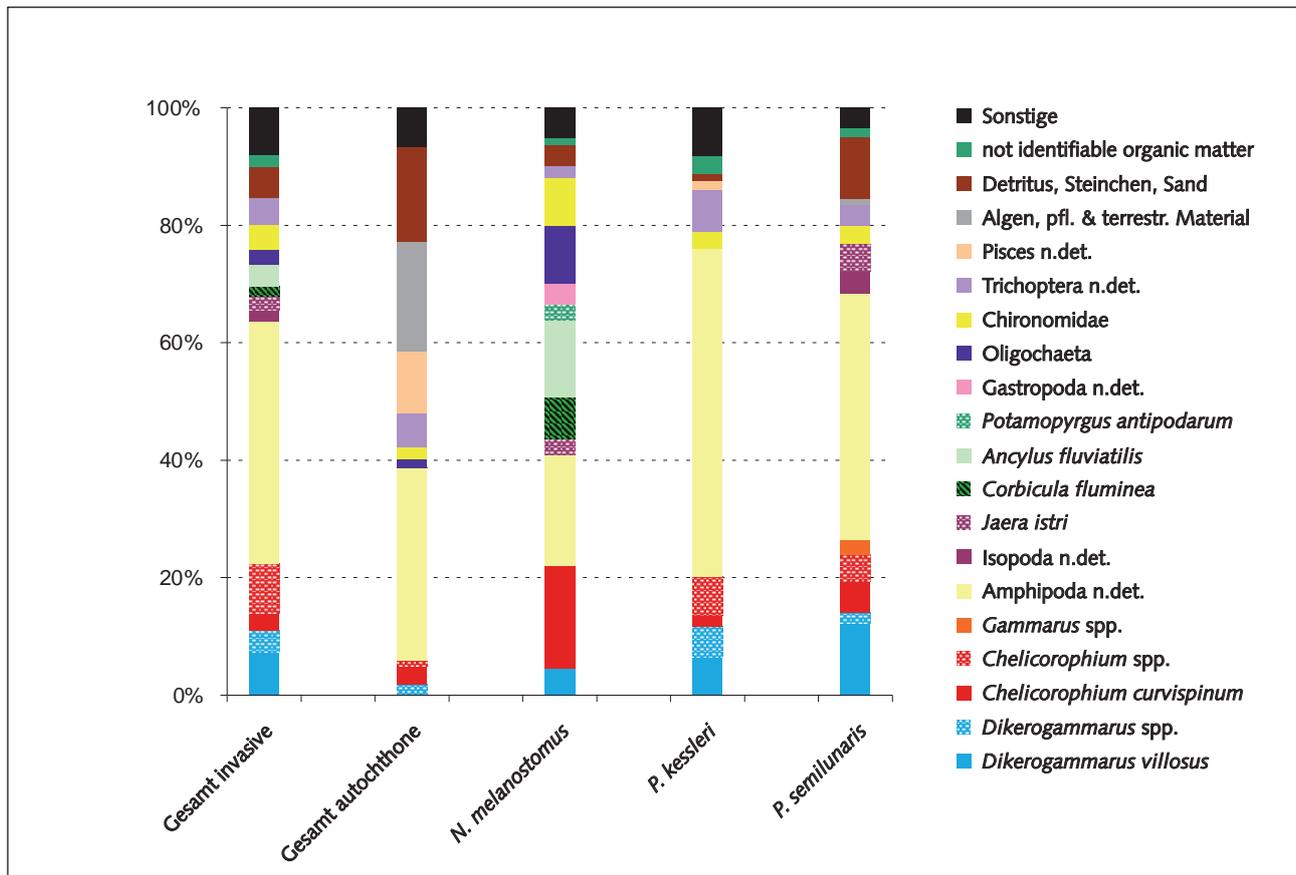


Abb. 44: Food Importance Index untersuchter Fische im Main (Summe aller Proben). Dargestellt ist das Gesamtergebnis untersuchter heimischer Fischarten gegenüber dem untersuchter Grundeln sowie die Einzelergebnisse der drei Grundelarten *N. melanostomus*, *P. kessleri* und *P. semilunaris*.

Rhein-Main-Donau-Kanal (RMD-Kanal)

Im Rhein-Main-Donau-Kanal lag der Anteil an gefressenen Amphipoden bei Grundeln viermal höher als bei den heimischen Fischarten (Abb. 45). Chironomiden hatten dagegen bei beiden Gruppen einen ähnlichen Stellenwert. Betrachtet man die Schwarzmeergrundeln auf Art-niveau, so zeigte die Schwarzmundgrundel eine Präferenz

für Mollusken, während sich die Kesslergrundel zu einem höheren Anteil von Fischen ernährte. Da in den Verdauungstrakten heimischer Fischarten vermehrt Oligochaeten und Chironomiden vorhanden waren, Amphipoden jedoch nur in geringerem Maße, fielen Überschneidung im Nahrungsspektrum von Grundeln und heimischen Fischarten geringer aus als im Main.

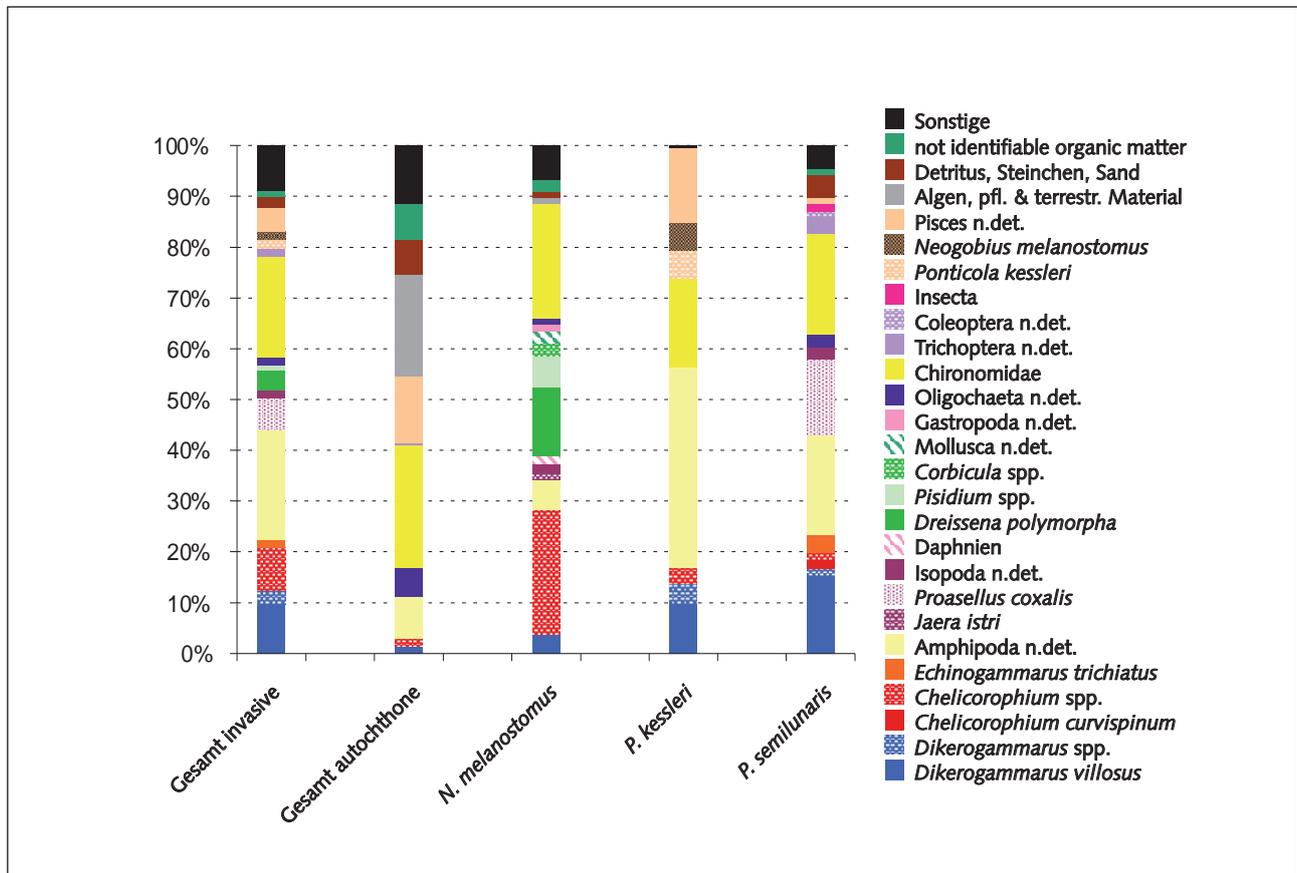


Abb. 45: Food Importance Index untersuchter Fische im Rhein-Main-Donau-Kanal (Summe aller Proben). Dargestellt sind das Gesamtergebnis untersuchter heimischer Fischarten gegenüber dem untersuchter Grundeln sowie die Einzelergebnisse der drei Grundelarten *N. melanostomus*, *P. kessleri* und *P. semilunaris*.

Donau

In der Donau dominierten Amphipoden mit nahezu 70 Prozent den Speiseplan der Grundeln (Abb. 46). Heimische Fischarten fraßen im Vergleich vermehrt Chironomiden und Oligochaeten. Eine Nutzung von Mollusken als Nahrungsressource konnte erneut nur bei Grundelarten festgestellt werden und trat überwiegend bei der Schwarzmundgrundel auf. Diese ernährten sich in der Donau in geringerem Maße von Amphipoden als die Kessler- oder Marmorierte Grundel. Piscivorie wurde nur bei der Kesslergrundel nachgewiesen.

Im Zuge des andauernden Invasionsprozesses durch neozoische Arten ist jedoch davon auszugehen, dass die Nahrungskonkurrenz zwischen Grundeln und autochthonen Fischen noch zunehmen wird. Da es sich bei allen drei Grundelarten um ausgesprochene Opportunisten handelt, wohingegen zahlreiche andere heimische Fischarten meist auf wenige Nahrungsressourcen spezialisiert sind, könnte es bei Nahrungsknappheit vermehrt zu Konkurrenzsituationen kommen. Wahrscheinlich sind Grun-

deln aufgrund ihrer opportunistischen Ernährungsweise besser in der Lage, Nahrungsengpässe durch Ausweichen auf anderweitige Nahrungsressourcen zu kompensieren. Heimische Fischarten mit spezialisierten Nahrungs- und Lebensraumsprüchen, die sich auf neu verfügbare Nahrungsquellen nur bedingt einstellen können, sind in Konkurrenz mit den anpassungsfähigen Grundeln im Nachteil. Ein Problem für heimische Spezialisten begründet sich somit zunehmend in der Verschiebung der ursprünglich heimischen Invertebratenzönose. Die Veränderung der ursprünglichen Artendiversität hin zu einem weniger diversen Faunenkomplex von Exoten ist als eine Folge der hohen Anpassungsfähigkeit indifferenter Arten an stark anthropogen beeinflusste aquatischen Ökosysteme zu sehen, in dessen Verlauf die derzeitigen Grundelbestände Einfluss auf die Zusammensetzung und Diversität der heimischen und gebietsfremden Invertebratenfauna ausüben (Top-down Regulation). Letztendlich werden sich Artengemeinschaften ausbilden, die gegenüber der Konkurrenz und Prädation von Grundeln widerstandsfähiger sind. Eine künftige Limitierung ursprüng-

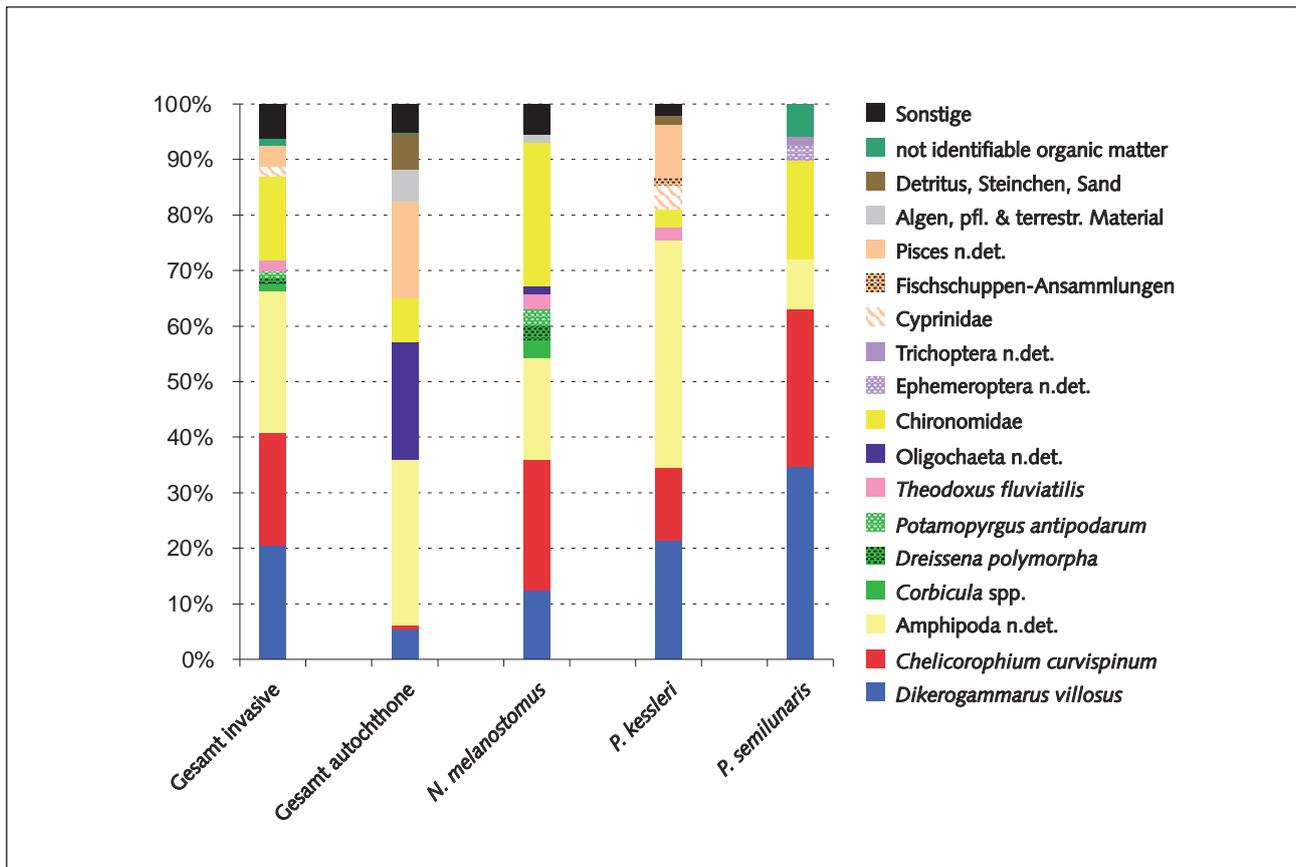


Abb. 46: Food Importance Index untersuchter Fische in der Donau (Summe aller Proben). Dargestellt sind das Gesamtergebnis untersuchter heimischer Fischarten gegenüber dem untersuchter Grundeln sowie die Einzelergebnisse der drei Grundelarten *N. melanostomus*, *P. kessleri* und *P. semilunaris*.

lich vorhandener Nahrungsquellen erscheint in diesem Zusammenhang als sehr wahrscheinlich.

Bei Auftreten von dichten Grundelbeständen bedeutet der massive Prädationsdruck vor allem für bedrohte Arten der heimischen Invertebratenfauna eine zusätzliche Gefährdung. Im Rahmen der Untersuchungen konnten un-

ter anderem einige der in Bayern als gefährdet gelisteten Vertreter der Kugelmuscheln (Sphaeriidae) oder auch die Süßwasserkahnschnecke *Theodoxus fluviatilis* im Nahrungsspektrum der Schwarzmundgrundel nachgewiesen werden (Kollin *et al.* 2011; Gabel 2012).

Grundelprädatoren

Eingewanderte Grundelarten stellen für heimische Prädatoren eine neu verfügbare Nahrungsquelle dar. Durch die Ausbildung besonders dichter Bestände birgt das Aufkommen von Grundeln energetische Vorteile für diejenigen Raubtierarten, welche sich schnell auf das massenhaft vorhandene Nahrungsangebot einstellen können. Aufgrund der besonderen Ökologie der Grundeln, ihrer Lebensweise im Schutz der Blocksteinschüttung und der Tatsache, dass sie selten längere Zeit im Freiwasser schwimmen, ist es wahrscheinlich, dass heimische Raubfische erst neue Jagdstrategien entwickeln müssen, um die Grundeln als Nahrungsquelle nutzen zu können. Insbesondere Raubfischarten, die sich vermehrt in den von Grundeln bevorzugten Habitatstrukturen aufhalten, wie z. B. Aal, Zander, Barsch und Aalrutte, könnten als potenzielle Hauptfraßfeinde von den Grundelbeständen profitieren. Aus ursprünglichen Verbreitungsgebieten der

Schwarzmundgrundel ist bekannt, dass die Dichte des Zanderbestandes unmittelbar von der Grundeldichte abhängen kann (Maisy 1955 in Pinchuk *et al.* 2003). Dass sich die heimische Raubfischfauna auf das neue Beutespektrum einstellt, zeigen zunehmend regelmäßige Nachweise von Grundeln im Mageninhalt zahlreicher mit der Angel gefangener Fischarten. Insofern ist nicht auszuschließen, dass die Bestände heimischer Raubfischarten im Verlauf der Invasion zunehmend regulativ auf Vorkommen der Grundeln einwirken können. Fakt ist, dass hier ein fortschreitender Prozess der Implementierung ganzer »pontokaspischer« Nahrungsketten in unsere heimischen Nahrungsnetze stattfindet, wobei mit der Ausbreitung der Grundeln ein wichtiges Bindeglied zu höheren trophischen Stufen geschaffen wurde. Hierzu zählen neben Raubfischen vor allem auch piscivore Vögel.



Abb. 47 a, b: Raubfischarten wie z. B. Barsch (*Perca fluviatilis*, links) und Zander (*Sander lucioperca*, rechts), die sich häufig im Bereich der von Grundeln bevorzugten Habitatstrukturen aufhalten, können als potenzielle Hauptfraßfeinde von den hohen Beständen profitieren.

Parasiten und Krankheitserreger

Die zunehmende Eingliederung invasiver Grundelarten in die heimische Nahrungskette birgt weitreichende Risiken. Heimische Parasit-Wirt-Wechselbeziehungen haben einen langen Prozess der gemeinsamen Koevolution durchlaufen, wobei das Immunsystem heimischer Fischarten gegenüber hiesigen Schädlingen und Krankheitserregern eine gewisse Widerstandsfähigkeit entwickelt hat. Grundelarten können als potenzielle (Zwischen-) Wirte für neozoische Parasiten und Krankheiten neue Infektionswege erschließen und sind auf diese Weise in der Lage, durch ihre Anwesenheit in der Nahrungskette heimische Wirt-Parasit-Wechselbeziehungen zu beeinflussen. Ein Vergleich parasitologischer Untersuchungen von Schwarzmundgrundeln deutet darauf hin, dass sich gegenüber der bekannten Parasitenfauna aus pontokaspischen Verbreitungsgebieten in neu besiedelten Gebieten häufig auch eine von Generalisten der hiesigen Parasitenfauna dominierte Parasitengemeinschaft einstellt (Kvach & Skóra 2007). Im »St. Clair River« in den USA entwickelten sich beispielsweise mit Etablierung der Schwarzmundgrundel vollständig neue Parasit-Wirt-Interaktionen, wobei lediglich vier der insgesamt zehn nachgewiesenen Parasitenarten auch aus ursprünglichen Verbreitungsgebieten der Grundel bekannt waren (Protein *et al.* 1997).

In unseren heimischen Gewässern birgt die Implementierung ganzer Nahrungsketten aus gebietsfremden Ökosystemen des pontokaspischen Raums in besonderem Maße die Gefahr der Einschleppung und Übertragung neozoischer Parasiten, da zur Vollendung und Adaption ihrer Lebenszyklen bisweilen mehrere notwendige Wirte bereits vorhanden sind. Aus dem Rhein in Nordrhein-Westfalen wurden z. B. anhand der Schwarzmundgrundel, dem Großen Höckerflohkrebs und dem Parasiten *Pomphorhynchus tereticollis* (Acanthocephala) Parasit-Wirt-Interaktionen zwischen mindestens drei gebietsfremden Arten nachgewiesen (Emde *et al.* 2012). Grundel und Höckerflohkrebs stellen im Lebenszyklus des Kratzers *P. tereticollis* Zwischenwirte dar, als Endwirte dienen heimische Fischarten. Die Massenvorkommen von Großem Höckerflohkrebs und Schwarzmundgrundel begünstigen als Vektoren die weitere Verbreitung des gebietsfremden Parasiten. In diesem Zusammenhang fanden Emde *et al.* (2014) weiterhin heraus, dass der invasive Schwimmblasenwurm *Anguillicoloides crassus* offenbar in die Zysten von *Pomphorhynchus*-Zwischenstadien ein-



Abb. 48: Parasitenlarven (*Acanthocephala*) aus dem Darm einer im Main gefangenen Schwarzmundgrundel.

wandert, um auf diese Weise das Immunsystem befallener Schwarzmundgrundeln zu umgehen (Emde *et al.* 2014). Ein derartiger Verbreitungsmechanismus nach Art eines »trojanischen Pferdes« könnte im Hinblick auf die enormen Befallsraten von heimischen Aalen (*Anguilla anguilla*) mit dem aus Asien stammenden *A. crassus* neue Erkenntnisse liefern und wäre vor dem Hintergrund der abnehmenden Bestände in Europa von besonderer Bedeutung für den Aalschutz. Auch in bayerischen Gewässern ist von vergleichbaren Parasit-Grundel-Infektionswegen zwischen heimischer und neozoischer Fauna auszugehen. Mögliche Auswirkungen auf heimische Fischarten sind bisher noch ungeklärt, eine Beeinträchtigung der Fitness von Endwirten aufgrund eines höheren Parasitendrucks ist jedoch nicht auszuschließen (Emde *et al.* 2012).

Die Eingliederung von invasiven Grundelarten in heimische Nahrungsketten birgt jedoch weitere Risiken. Durch ihre bodennahe Lebens- und Ernährungsweise können Grundeln einen neuen wirksamen Vektor für Toxine und andere Schadstoffe innerhalb des Nahrungsnetzes bilden. In den Großen Nordamerikanischen Seen verändern nicht-heimische Grundeln die Nahrungskette in einer Weise, dass ursprünglich sedimentgebundene Umweltschadstoffe verstärkt zurück in die Nahrungskette gelangen (Kwon *et al.* 2006). Besonders die Schwarzmundgrundel ernährt sich dort überwiegend molluscivor von invasiven Dreikantmuscheln (*Dreissena* spp.), eine Nahrungsquelle, die für heimische Arten ursprünglich nicht verfügbar war. Durch ihre spezielle Ernährungsweise (Filtration) reichern Muscheln Schadstoffe generell leicht an. Über die Grundel erreichen diese dann auch höhere trophische Stufen in der Nahrungskette. Mit der Schwarzmundgrundel als Bindeglied ist eine vermehrte Konzentration von Schadstoffen im Gewebe piscivorer Prädatoren auch in bayerischen Gewässern möglich.

Auswirkungen auf Berufs- und Angelfischerei

Die Einwanderung invasiver Grundeln ist nicht nur mit erheblichen ökologischen Auswirkungen verbunden, in weiten Bereichen von Donau, RMD-Kanal und Main beeinträchtigen Schwarzmeergrundeln heutzutage die Fischerei.

Die vielerorts auftretenden Massenvorkommen stellen aus fischereiwirtschaftlicher Sicht ein ernsthaftes Problem für zahlreiche Berufsfischer dar. An der Regnitz und am oberfränkischen RMD-Kanal beklagen Berufsfischer Grundelanteile von bis zu 90 Prozent an der Gesamtbeute in ihren Reusen. Im Main wurde nach Angaben der Fischerzunft Aschaffenburg & Kleinostheim e.V. im Jahr 2014, einzig im Bereich der Stauhaltungen Kleinostheim und Obernau (Fkm 77,7–101,4), eine Gesamtmenge von etwa 2700 kg an Grundeln gefangen. Aufgrund ihrer geringen Größe und der fehlenden Akzeptanz in der Bevölkerung lassen sich die Fische wirtschaftlich kaum vermarkten. Anders ist dies in den ursprünglichen Herkunftsländern der Grundelarten, dort hingen zeitweise

große Zweige der Fischindustrie vom Fang der Grundeln ab (Pinchuk *et al.* 2003). Überwiegend wurden diese zu Konserven verarbeitet.

Große Vorkommen an Grundeln können außerdem zu einem Anstieg der Populationsdichten piscivorer Vögel – also zu mehr Fressfeinden wirtschaftlich relevanter Fischarten – führen. Studien aus den USA und Europa belegen, dass invasive Grundeln schnell einen grossen Bestandteil der Kormorannahrung darstellen können (Somers *et al.* 2003; Bzoma & Meissner 2005). In Bereichen der Ostsee wurde seit der Ausbreitung invasiver Grundeln ein deutlicher Anstieg von Graureiher- und Kormoranpopulationen verzeichnet (Jakubas 2004; Bzoma & Meissner 2005). Ein steigender Fraßdruck auf heimische Fischarten wäre sowohl aus ökologischen wie auch aus wirtschaftlichen Standpunkten problematisch.

Die Einwanderung nicht-heimischer Grundeln ist jedoch kein reines Problem der Berufsfischerei. Auch die Angelfischerei leidet unter den hohen Bestandszah-



Abb. 49 a, b: Berufsfischer mit Massenfängen an Kessler- und Schwarzmundgrundeln aus dem Main. Selbst mit gezielten Befischungen ist eine flächendeckende Dezimierung der Grundelbestände nicht mehr möglich.



Abb. 50 a–c: Die Angelfischerei wird vielerorts durch eine hohe Beißfrequenz von Grundeln beeinträchtigt. Fast sämtliche Köder werden attackiert.

len. Als Fischereischädlinge treten vor allem die größer werdenden Arten Schwarzmundgrundel und Kesslergrundel in Erscheinung. Bei Massenvorkommen gehen die Fische auf Grund ihres neugierigen und aggressiven Beißverhaltens Anglern so schnell und zahlreich an den Haken, dass eine Angelfischerei auf andere Fischarten, insbesondere in der Nähe von Blocksteinschüttungen, vielerorts kaum mehr möglich ist. In erster Linie sind hiervon Angler betroffen, welche ihre tierischen Köder (z. B. Maden, Würmer) in Grundnähe anbieten (Abb. 50 b, c). Mitunter wird auch das Raubfischangeln mit größeren Ködern (z. B. Fischfetzen, Köderfische) und teilweise sogar das Spinnfischangeln mit künstlichen Ködern beeinträchtigt (Abb. 50 a). Eine starke Beeinträchtigung des Angelvergnügens durch invasive Grundeln ist langfristig auch wirtschaftlich von Bedeutung. Die Nachfrage nach Angellizenzen (Fischereierlaubnisscheinen) wird maßgeblich durch die Attraktivität eines Fischereirechts beeinflusst und spielt in der Bewirtschaftung eine bedeutende Rolle. Umsatzeinbußen oder Verpachtungsprobleme können auftreten,

wenn Angler ihrem Hobby nicht mehr oder an anderer Stelle nachgehen.

Aufgrund der Massenvorkommen in einigen Gewässern wird sich ein unbeabsichtigter Fang von Grundeln leider nicht gänzlich ausschließen lassen. Die nachfolgenden Tipps können jedoch als Leitlinien zur Reduktion von Grundelbissen verwendet werden.

- Grundeln reagieren als räuberische Augenjäger stark auf optische Reize. Daher, wenn möglich, farblich dezente, nicht lebende bzw. pflanzliche Köder verwenden.
- Der bevorzugte Lebensraum der in Bayern auftretenden Grundelarten befindet sich am Gewässergrund. Der Anbiss erfolgt daher üblicherweise in Grundnähe. Bieten Sie ihren Köder etwas weiter über dem Grund als üblich an.
- Mit Ausnahme der Flussgrundel halten sich Grundeln tagsüber bevorzugt auf steinigen Untergründen mit ausreichenden Unterschlupfmöglichkeiten auf. Meiden Sie diese Bereiche (z. B. Steinpackungen) bei der Auswahl ihres Angelplatzes.

Maßnahmen zur Eindämmung und Prävention

Die kontinuierliche Ausbreitung pontokaspischer Grundelarten erscheint wegen der weitreichenden Vernetzung europäischer Wasserstraßen nahezu unausweichlich. Aufgrund des intensiven Binnenschiffsverkehrs, einhergehend mit dem hohen Ballastwasseraustausch, sind besonders Bundeswasserstraßen wie die bayerische Donau und der Main von diesen Einwanderungsprozessen betroffen. Die Etablierung mehrerer Arten von Neozoen aus dem pontokaspischen Raum, darunter ein Großteil der hier vorgestellten Grundelarten, ist in Bayern und den umliegenden Ländern bereits vollzogen und wird auch

für weitere Arten nur schwer zu verhindern sein. Arteninvasionen sind schrittweise Prozesse, in denen viele Bedingungen erfüllt sein müssen, bevor tatsächlich umfassender Schaden entsteht. Einige dieser Schritte bieten Handlungsoptionen – in vielen Fällen ist eine flächendeckende Dezimierung jedoch praktisch nicht mehr umsetzbar. Trotzdem ist die Erforschung und Etablierung von Maßnahmen sinnvoll, mit denen die Bestandsdichte invasiver Arten auf einem möglichst geringen Niveau gehalten werden kann.

Fischereiliche Maßnahmen

Mit fischereilichen Maßnahmen ist die Problematik von hohen Grundelbeständen nicht lösbar. Dies liegt insbesondere daran, dass sich die Grundelarten beispielsweise einer wirksamen und flächendeckenden Elektrofischerei weitestgehend entziehen. Durch den geringen Auftrieb aufgrund der fehlenden Schwimmblase und die versteckte Lebensweise im Lückensystem von Blocksteinschüttungen ist es nahezu unmöglich, eine wirksame Bestandsdezimierung mittels Elektrofischerei zu gewährleisten. Die Anzahl der im Gewässer verbleibenden Individuen ist schlichtweg zu groß. Eine relativ wirksame Fangmethode wäre die gezielte Reusenfischerei mit geeigneten Ködern (Brandner *et al.* 2013b). Diese gestaltet sich in den anthropogenen überformten Lebensräumen von Grundelarten mitunter schwierig, da hier üblicherweise eine starke Strömung, die Schifffahrt und im Wasser befindliche Gegenstände ein Auslegen der Fanggeräte behindern. Hinzu kommt, dass sich ein flächendeckender

Fang in Reusen nur unter Mithilfe der Berufsfischer realisieren lässt. Aufgrund mangelnder Absatzmöglichkeiten fehlen hierzu jedoch finanzielle Mittel und Anreize.

Verwertungsmöglichkeiten für die hohen Grundelbestände bieten sich derzeit hauptsächlich in der privaten Angelfischerei. Nur Wenige wissen, dass Grundeln in Osteuropa als Delikatesse gelten. Probieren sollte man sie auf jeden Fall, denn Grundeln haben einen barschähnlichen Geschmack und ihre Zubereitung ist einfach. Angesichts der aktuellen Bestandsdichten erscheint allerdings auch im Zusammenhang mit der privaten Verwertung eine flächendeckende Dezimierung von Grundelbeständen unrealistisch. In Hinblick auf die fischereiliche Hegeverpflichtung sollten Grundelbestände jedoch (gezielt) befischt und dem Gewässer entnommen werden. **Alle in Bayern vorkommenden Grundelarten besitzen weder Schonzeit noch Mindestmaß** und dürfen somit ganzjährig entnommen werden. Auch wenn die Grundeln fischereili-

chen Schaden anrichten, unterliegen sie wie alle anderen Fischarten dem Tierschutzgesetz und sind nach dessen Vorgaben zu behandeln. Das bedeutet, dass Grundeln bei der Entnahme aus dem Gewässer waidgerecht zu töten sind und einer sinnvollen Verwertung zugeführt werden müssen.

Raubfischangler sollten ordnungsgemäß getötete Grundeln unbedingt als Köderfische verwenden. Vielerorts stellt sich die heimische Raubfischfauna nicht nur zunehmend auf diese häufig und leicht verfügbare Beute ein, es lassen sich zum Teil sogar Ausbildungen von saisonalen Nahrungspräferenzen für Grundeln als Beutefische vermuten. Für Spinnangler geben Grundeln, angeboten an Spinnsystemen, welche ursprünglich für Koppen kon-

zipiert wurden, aufgrund der analogen Morphologie einen hervorragenden und effektiven Köderfisch ab. Auch künstliche Imitationen von Grundeln gewinnen in diesem Zusammenhang immer mehr an Bedeutung und haben sich mittlerweile im Sortiment zahlreicher Fachgeschäfte etabliert.

Auf keinen Fall dürfen Grundeln aus dem Gewässer lebend mitgenommen und als Köderfische in anderen Gewässern verwendet werden. Aufgrund der Verschleppungsgefahr gilt dies insbesondere an »grundelfreien« Nebengewässern und Oberläufen. Des Weiteren ist es verboten, gefangene Grundeln als Köder- oder Zierfische für die Aquaristik zu verkaufen, zu züchten oder weiterzuerbreiten.

Biomanipulation durch Besatzmaßnahmen

Ein vermehrter Raubfischbesatz zur Top-Down-Regulation von Grundelbeständen birgt ökologische Risiken. Erfahrungen aus der Vergangenheit haben gezeigt, dass ein überstürzter biomanipulativer Eingriff häufig eine Reihe von weiteren erheblichen ökologischen Problemen hervorrufen kann. Indem sich Schwarzmeergrundeln – insbesondere die Kesslergrundel – trotz ihrer geringen Größe



*Abb. 51: Dort wo heimische Raubfischarten wie z. B. die Aalrutte (*Lota lota*) ausgestorben oder im Bestand bedroht sind, können bestandsstützende Maßnahmen einen wirksamen Ansatz zur Dezimierung von Grundelbeständen darstellen.*

piscivor ernähren können, konkurrieren sie unter Umständen mit der heimischen Raubfischfauna, bzw. mit den besetzten Raubfischen. Eine mögliche Folge wäre ein unnatürlich hoher Prädationsdruck auf die Klein- und Jungfischbestände im Gewässer. Die bisherigen Erfahrungswerte in Bezug auf den von heimischen Raub- und Besatzfischen ausgehenden Fraßdruck auf Grundelpopulationen sind noch nicht ausreichend, um allgemeingültige Aussagen über regulatorische Anwendungsmöglichkeiten treffen zu können. Hier ist ein natürlicher dynamischer Prozess im Gange und die Zukunft wird zeigen, welche Raubfischarten sich die neu verfügbare Nahrungsquelle an Grundeln auf nachhaltige Weise zunutze machen können und welche Parameter hierbei von Bedeutung sind. Gezielte bestandsstützende Maßnahmen für bedrohte heimische Raubfischarten wie z. B. die Aalrutte (*Lota lota*, Abb. 51) könnten einen wirksamen Ansatz zur Bekämpfung von Grundelbeständen darstellen. Ein Fischbesatz zur Dezimierung von Grundelbeständen sollte in jedem Fall unter fischereifachlicher Begleitung – beispielsweise in Abstimmung mit den Fachberatungen für Fischerei der bayerischen Bezirke – in einem der jeweiligen gewässerökologischen Situation spezifisch angepasstem Maße erfolgen.

Ausbreitungsbarrieren

Die rasante Invasion durch gebietsfremde Grundelarten in den letzten Jahrzehnten zeigt deutlich, dass Querbauwerke wie beispielsweise Wehre oder Wasserkraftanlagen als statische Wanderbarrieren nur sehr geringen Einfluss auf die Ausbreitung und deren Geschwindigkeit haben. Limitierende Faktoren für die Ausbreitung von Grundeln bilden vielmehr ökologisch bedingte Barrieren wie niedrige Wassertemperaturen, die strukturelle Beschaffenheit der Habitate sowie die Art an Nahrungsquellen und deren Verfügbarkeit. Paradoxe Weise sind es gerade die durch den Menschen verursachten regulativen Eingriffe wie Querbauwerke und Uferbefestigungen, die die Lebensbedingungen für invasive Grundeln begünstigen, gleichzeitig jedoch heimischen Fischarten Nachteile bereiten. Die von Hartsubstrat geprägte Gewässermorphologie der über weite Strecken naturfern ausgebauten Fließgewässerabschnitte an Main, Rhein-Main-Donau-Kanal und Donau ähnelt in vielerlei Hinsicht frühen Sukzessionsstadien von Gewässern und kommt daher Pionierarten wie invasiven Grundeln und Invertebraten besonders entgegen. Wie die Untersuchungen gezeigt haben, weisen stark regulierte Flussabschnitte mit atypischen Uferstrukturen eine wenig flusstypische Vergesellschaftung heimischer Fischarten auf, wohingegen die faunenfremden Grundelarten hier häufig anzutreffen sind. Flächendeckende Habitatdegradierungen durch Baumaßnahmen zur Flussregulierung und zum Hochwasserschutz zählen zu den Hauptfaktoren für die Biomonotonie entlang unserer Gewässer und tragen maßgeblich zu den voranschreitenden Veränderungen in der heimischen Fisch- und Invertebratenzönose bei. Eine langfristig wirksame Methode zur Bestandsdezimierung von



Abb. 52: Künstliche Wanderhindernisse wie Querbauwerke haben nur geringe Auswirkungen auf die Ausbreitung von Grundeln. Der flächendeckende Gewässerausbau hat dagegen zu einer rasanten Verbreitung der Grundeln beigetragen.

Grundeln und der Sicherung standorttypischer autochthoner Vergesellschaftungen kann daher nur unter Berücksichtigung ursprünglicher Umweltbedingungen an heimischen Fließgewässerlebensräumen entwickelt werden. Eine Umgestaltung hin zu naturnahen flusstypischen Uferstrukturen mit Schotterbänken und angeschlossenen Auen würde die heimische Diversität fördern und könnte der Ausbreitung von Grundeln entgegenwirken. Es ist zwingend notwendig, eine weitere Degradierung heimischer Fließgewässerhabitate, insbesondere die durch Wellenschlag und Hartsubstrat geprägten Uferbefestigungen aus Steinschüttungen und Betonflächen sowie die zunehmende Temperaturerwärmung unserer Gewässer durch Staubereiche, zu verhindern. Eine konsequente Umsetzung europäischer wie nationaler Maßgaben zum Gewässerschutz (EG-WRRL, NATURA 2000, Wasserhaushaltsgesetz, Bayerische Biodiversitätsstrategie) wäre der Eindämmung von Invasoren sowie der Wiederansiedlung heimischer Biodiversität gleichermaßen förderlich.



Abb. 53 a, b: Naturnahe Fließgewässerabschnitte mit Schotterbänken und angeschlossenen Auen sind bevorzugte Habitate der heimischen Fischfauna. Eine Umgestaltung hin zu flusstypischen Uferstrukturen würde der Ausbreitung und Bestandsdichte von Grundeln entgegenwirken.

Ausblick

Weltweit gelten anthropogene Umweltveränderungen und der Klimawandel als Ursache für tiefgreifende Veränderungen in Süßwasserökosystemen (Geist 2011). In deren Zusammenspiel gewinnen invasive Schwarzmeergrundeln zunehmend an Bedeutung (Brandner 2014).

In heimischen Fließgewässern sind mit der Invasion von Schwarzmeergrundeln Auswirkungen auf die Fisch- und Invertebratenfauna verbunden, die in Zukunft eine weitere Verschiebung gegenüber der ursprünglichen Artenzusammensetzung erwarten lassen. Diejenigen Artengemeinschaften, welche sich gegenüber der Konkurrenz und Prädation von Grundeln als besonders widerstandsfähig erweisen, werden sich in Zukunft dauerhaft etablieren können. Eine zunehmende Dominanz euryöker Neozoen gilt in diesem Zusammenhang als wahrscheinlich. Mit der voranschreitenden Verdrängung heimischer Biodiversität durch potenziell koevolutionäre Invasoren, bis hin zur Etablierung ganzer exotischer Faunenkomplexe aus dem pontokaspischen Raum, werden tiefgreifende Umwandlungen hin zu völlig neuartigen Ökosystemen in den stark anthropogen beeinflussten aquatischen Systemen wie Do-

nu, Main und Rhein wahrscheinlich. Wechselbeziehungen zwischen Schwarzmeergrundeln und invasiven Wirbellosen scheinen dazu beizutragen, den biologischen Widerstand des ursprünglichen Ökosystems zu überwinden und damit die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Grundeln zu beschleunigen (Brandner *et al.* 2013c; Brandner 2014). Die bisherigen Beobachtungen lassen den Prozess einer sogenannten »invasiven Kernschmelze« (»*invasive meltdown*«) vermuten, wodurch die Voraussetzungen für Invasoren und Invasionsprozesse in Zukunft wahrscheinlich noch begünstigt werden könnten (Simberloff & Von Holle 1999). Letztendlich gehen von dieser Entwicklung zu neuartigen Ökosystemen veränderte funktionelle Eigenschaften und Ökosystemdienstleistungen aus, deren Persistenz und Wertschöpfung noch weitgehend unbekannt sind (Keller *et al.* 2011; Brandner 2014). Fest steht, dass mit der zunehmenden Homogenisierung der ehemals getrennten pontokaspischen und heimischen Biozöosen eine Verdrängung der indigenen Fauna einhergeht, die langfristig zu einem Verlust an heimischer Biodiversität in unseren großen Fließgewässerökosystemen führen könnte.

Literatur

- Adamek, Z., J. Andreji, and J.M. Gallardo (2007) Food habits of four bottom-dwelling gobiid species at the confluence of the Danube and hron rivers (South slovakia). *International Review of Hydrobiology*. 92(4–5). S.: 554–563.
- Ache M., Ruff M. (2011) Untersuchung zum Vorkommen von Schwarzmeergrundeln in der Donau und ausgewählten Nebengewässern. Bericht im Auftrag des Landesfischereiverbandes Bayern e.V., Pechdellerstr. 16, 81545 München. S.: 1–48.
- Ahnelt H. (1988) Zum Vorkommen der Marmorierten Grundel (*Proterorhinus marmoratus* (Pallas), Pisces: Gobiidae) in Österreich. *Annalen Naturkundehistorisches Museum Wien*, 90 B. S.:31–42.
- Ahnelt H., Banarescu P., Spolwind R., Harka A., Waidbacher H. (1998) Occurrence and distribution of three gobiid species (Pisces: Gobiidae) in the middle and upper Danube region – example of different dispersal patterns? *Biologia Bratislava* 53(5). S.: 665–678.
- Ahnelt H., Duchkowsch M., Scattolin G. (2001) *Neogobius gymnotrachelus* (Kessler, 1857) (Teleostei: Gobiidae), die Nackthals-Grundel in Österreich. *Österreichs Fischerei* 54. S.: 262–266.
- Andraso G.M., Ganger M.T., Adamczyk J. (2011) Size-selective predation by round gobies (*Neogobius melanostomus*) on dreissenid mussels in the field. *Journal of Great Lakes Research* 37. S.: 298–304.
- Bäumler R. (2010) Neozoen in Donau – Main-Donaukanal – Main. Pontokaspische Grundeln im Regierungsbezirk Oberpfalz. Folgemaßnahme Fischartenkartierung in Bayern 2009/2010. Bezirk Oberpfalz, Fachberatung für Fischerei. S.: 1–40.
- Borcherding J., Dolina M., Heermann L., Knutzen P., Krüger S., Matern S., van Treeck R., Gertzen S. (2013) Feeding and niche differentiation in three invasive gobies in the Lower Rhine, Germany, *Limnologica – Ecology and Management of Inland Waters*, Volume 43, Issue 1. S.: 49–58.
- Brandner J., Auerswald K., Cerwenka A.F., Schliewen U. K., Geist J. (2013a) Comparative feeding ecology of invasive Ponto-Caspian gobies. *Hydrobiologia* 703. S.: 113–131.
- Brandner, J., J. Pander, M. Mueller, A.F. Cerwenka & J. Geist (2013b) Effects of sampling techniques on population assessment of invasive round goby. *Journal of Fish Biology* 82. S.: 2063–2079.
- Brandner J., A.F. Cerwenka, U.K. Schliewen & J. Geist (2013c) Bigger is better: Characteristics of round gobies forming an invasion front in the Danube River. *PLoS ONE* 8(9): e73036. doi:10.1371/journal.pone.0073036.
- Brandner J. (2014) Ecology of the invasive neogobiids *Neogobius melanostomus* and *Ponticola kessleri* in the upper Danube River. *Naturwissenschaftliche Dissertation der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München*. S.: 1–149.
- Bund für Umwelt und Naturschutz (2009) BUND Hintergrund – Abwärmelast Rhein. Bund für Umwelt und Naturschutz (BUND), 2009. S.: 1–72.
- Bzoma S., Meissner W. (2005) Some results of long-term counts of waterbirds wintering in the western part of the Gulf of Gdansk (Poland), with special emphasis on the increase in the number of cormorants (*Phalacrocorax carbo*). *Acta Zoologica Lituanica* 15(2). S.: 105–108.
- Čápková M., Zlatnická I., Kocáč V., Katina S. (2008) Ontogenetic variability in the external morphology of monkey goby, *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814) and its relevance to invasion potential. *Hydrobiologia* 607. S.: 17–26.
- Cerwenka, A.F., P. Alibert, J. Brandner, J. Geist, U.K. Schliewen (2014a) Phenotypic differentiation of Ponto-Cas-

- pian gobies during a contemporary invasion of the upper Danube River. *Hydrobiologia* DOI 10.1007/s10750-013-1668-5.
- Cerwenka, A.F., J. Brandner, J. Geist, U.K. Schliewen (2014b) Strong versus weak population genetic differentiation after a recent invasion of gobiid fishes (*Neogobius melanostomus* and *Ponticola kessleri*) in the upper Danube. *Aquatic Invasions* (2014) Volume 9, Issue 1. S.: 71–86.
- Dönni, W. & Freyhof, J. (2002) Einwanderung von Fischarten in die Schweiz. *Mitteilungen zur Fischerei* 72, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern. S.: 1–88.
- Danilkiewicz Z. (1998) *Babka szczupła*, *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1811), Perciformes, Gobiidae – nowy, pontyjski element w ichtiofaunie zlewiska Morza Bałtyckiego [Monkey goby, *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1811), Perciformes, Gobiidae – a new Pontic element in ichthyofauna of the Baltic Sea basin]. *Fragm. Faun.* 41. S.: 269–277 [in Polish].
- Emde S., Rueckert S., Palm H.W., Klimpel S. (2012) Invasive Ponto-Caspian Amphipods and Fish Increase the Distribution Range of the Acanthocephalan *Pomphorhynchus tereticollis* in the River Rhine. *PLOS ONE* 7(12): e53218. Doi:10.1371/journal.pone.0053218.
- Emde S., Rueckert S., Kochmann J., Knopf K., Sures B., Klimpel S. (2014) Nematode eel parasite found inside acanthocephalan cysts – a »Trojan horse« strategy? *Parasites & Vectors* (2014) 7. S.: 504.
- Eggers T.O. (2006) Auswirkungen anthropogener Strukturen auf die Makrozoobenthoszönose von Schiffahrtskanälen – Vergleich einer freifließenden Wasserstraße (Mittlere Elbe) mit einem Schiffahrtskanal (Mittellandkanal) und ihre Bedeutung für Neozoen. Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Naturwissenschaften, Fakultät für Lebenswissenschaften, Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig. S.: 1–190 Seiten.
- Fachberatung für Fischerei, Bezirk Mittelfranken (2011) Abschlussbericht zum Vorkommen pontokaspischer Grundelarten in Mittelfranken. Bezirk Mittelfranken, Fachberatung für Fischerei, Nürnberg. S: 1–13.
- Fitzsimons J., Williston B., Williston G., Bravener G., Jonas J.L., Claramunt R.M., Marsden J.L., Ellrott B.J. (2006) Laboratory estimates of salmonine egg predation by round gobies (*Neogobius melanostomus*), sculpins (*Cottus cognatus* and *C.-bairdi*), and crayfish (*Orconectes propinquus*). *Journal of Great Lakes Research*, 32(2). S.: 227–241.
- Fitzsimons, J.D., G. Williston, and B. Williston (2006) A comparison of lake trout egg foraging by round goby and crayfish (*Orconectes propinquus*) and effect of spawning period. IAGLR Conference Program and Abstracts 49. S.: 58.
- Freyhof J. (2009) Rote Liste der im Süßwasser reproduzierenden Neunaugen und Fische (Cyclostomata & Pisces). Fünfte Fassung. – Naturschutz und Biologische Vielfalt (Bundesamt für Naturschutz) 70(1). S.: 291–316.
- Fuller, P., Nico, L. & Maynard, E. (2007) *Proterorhinus semilunaris*. USGS Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL.
- Gabel, M. (2012) Magenanalyse der invasiven Schwarzmundgrundel *Neogobius melanostomus* (PALLAS, 1814) im Main. Bachelorarbeit Julius-Maximilians-Universität Würzburg. Lehrstuhl für Tierökologie & Tropenbiologie.
- Geist, J. (2011) Integrative freshwater ecology and biodiversity conservation. *Ecological Indicators* 11. S.: 1507–1516.
- Ghedotti M.J., Smihula J.C., Smith G.R. (1995) Zebra mussel predation by round gobies in the laboratory. *Journal of Great Lakes Research* 21. S.: 665–669
- Guti, G. (2000) Dispersion of Ponto-Caspian gobiid fish (Gobiidae) in the middle Danubian basin. *Hidrologiai Közlemenyek* 80(5). S.: 303–305.
- Haas G. (2002) Entwicklung der Makro-Invertebratengemeinschaft im hessischen Rhein- und Unterrheinabschnitt in den Jahren 1993 bis 1999. Hessisches Landesamt für Geologie und Umwelt, Wiesbaden, Umwelt und Geologie. S.: 1–176.
- Haas G., Brunke M., Streit B. (2002) Fast turnover in dominance of exotic species in the Rhine River determines biodiversity and ecosystem function: an affair between amphipods and mussels. – In Leppakowski E., Gollasch S., Olenin S. (Hrsg.) *Invasive aquatic species of Europe. Distribution, impacts and management*, (Kluwer) Dordrecht. S.: 426–432.
- Haertl M., Cerwenka A.F., Brandner J., Borcharding J., Geist J., Schliewen U.K. (2012) First record of *Babka gymnotrachelus* (Kessler, 1857) from Germany (Teleostei, Gobiidae, Benthophilinae). *Spixiana* 35. S.: 155–159.
- Harka Á., Bíró P. (2007) New patterns in danubian distribution of ponto-caspian gobies – a result of global climatic change and/or canalization? *Electronic Journal of Ichthyology*, March, 2007 1. S.: 1–14.
- Harka Á., Farkas J. (2006) Wachstum und Laichzeit der Marmorierten Grundel (*Proterorhinus marmoratus*

- [PALLAS, 1811]) im Theiss-See (Ostungarn). Österreichs Fischerei 59. S.: 194–201
- Holcik, J., Stranai, I., Andreji, J. (2003) The further advance of *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814) (Pisces, Gobiidae) upstream of the Danube. *Biologia Bratislava* 58(5). S.: 967–973
- Horn J., He M. (1992) Gewässergüte, Gewässerstrukturgüte, Wirbellose als Bioindikatoren. In: Flussmorphologische Studie zum Raumordnungsverfahren »Ausbau der Bundeswasserstrasse Donau im Abschnitt Straubing bis Vilshofen«. Bundesanstalt für Wasserbau (Karlsruhe) bei Regional Zusammenarbeit der Donauländer (Hrsg) Das Schwebstoff- und Geschieberegime der Donau und ihrer wichtigsten Zubringer – Die Donau und ihr Einzugsgebiet, Folgeband. S.: 1–40.
- Hudina S., Hock K. and Zganec K. (2014) The role of aggression in range expansion and biological invasions. *Current Zoology*, 60 3. S.: 401–409.
- Jakubas, D. (2004) The Response of the Grey Heron to a Rapid Increase of the Round Goby. *Waterbirds* 27. S.: 304–307.
- Jansson, J., D.J. Jude (2001) Recruitment Failure of Mottled Sculpin *Cottus bairdi* in Calumet Harbor, Southern Lake Michigan, Induced by the Newly Introduced Round Goby *Neogobius melanostomus*. *Journal of Great Lakes Research*, 2001. 27(3). S.: 319–328.
- Jude, D.J., Reider, R.H. & Smith, G.R. (1992) Establishment of Gobiidae in the Great Lakes Basin. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 49. S.: 416–421.
- Kakareko, T., Zbikowski, J. & Zytkowicz, J. (2005) Diet partitioning in summer of two syntopic neogobiids from two different habitats of the lower Vistula River, Poland. *Journal of Applied Ichthyology* 21. S.: 292–295.
- Kalchhauser I., Mutzner P., Hirsch P.E., Burkhardt-Holm P. (2012) Arrival of round goby *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) and bighead goby *Ponticola kessleri* (Günther, 1861) in the High Rhine (Switzerland). *REABIC BioInvasions Records* (2013), Volume 2, Issue 1. S.: 79–83.
- Keller R. P., Geist J., Jeschke J. M., Kühn I. (2011) Invasive species in Europe: ecology, status, and policy. *Environmental Sciences Europe* 23.
- Van Kessel N., Dorenbosch M., Spikmans F. (2009) First record of Pontian monkey goby, *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814), in the Dutch Rhine. *Aquatic Invasions*, Vol. 4, Issue 2. S.: 421–424.
- Kollin V., Leitzbach D., Geist J. (2011) Abschlussbericht »Ernährungsökologie invasiver Grundeln in Bayern«. Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie, Technische Universität München. S.: 1–99.
- Kopp K., Klappert K. (2010) Invasive Arten – Störenfriede der Diversität? *Eawag News* 69d / Juni 2010. S.: 22–24.
- Kornis, M. S. et al. (2011) Twenty years of invasion: a review of round goby *Neogobius melanostomus* biology, spread and ecological implications. *Journal of Fish Biology* (2012) 80. S.: 235–285.
- Kostrzewa, J. & Grabowski, M. (2002) Monkey goby, *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1811), in the Vistula River – a phenomenon of Ponto-Caspian Gobiidae invasion. *Przeglad Zoologiczny* 46: 235–242.
- Miller, P.J. (2004) *The Freshwater Fishes of Europe*. 8 (II), Gobiidae 2, AULA-Verlag. S.: 443–458.
- Kottelat M. & Freyhof J. (2007) *Handbook of European freshwater fishes*. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof, Berlin, Germany. S.: 1–646.
- Kovac V., Copp G. H., Sousa R. P. (2009) Life-history traits of invasive bighead goby *Neogobius kessleri* (Gunther, 1861) from the middle Danube River, with a reflection on which goby species may win the competition. *Journal of Applied Ichthyology*, 25 (1). S.: 33–37.
- Kvach J, Skóra KE (2007) Metazoa parasites of the invasive round goby *Apollonia melanostoma* (*Neogobius melanostomus*) (Pallas) (Gobiidae: Osteichthyes) in the Gulf of Gdańsk, Baltic Sea, Poland: a comparison with the Black Sea. *Parasitol Res* 100. S.: 767–774.
- Kwon T.D. et al. (2006) Trophic transfer and biotransformation of polychlorinated biphenyls in zebra mussel, round goby, and smallmouth bass in Lake Erie, USA. *Environmental Toxicology and Chemistry* 25(4). S.: 1068–1078.
- Landesfischereiverband Bayern e.V. (2013) *Grundeln: Gebietsfremde Fische in Bayern. Biologie und Verbreitung*. Broschüre des Landesfischereiverbandes Bayern e.V., Pechdellerstr. 16, 81545 München. S.: 1–36.
- Laßleben, P. (1985) Schwarzmeergrundel in Niederbayern. *Kosmos* 5. S.: 14–16.
- Lauer, T.E., P.J. Allen, T.S. McComish (2004) Changes in mottled sculpin and johnny darter trawl catches after the appearance of round gobies in the Indiana waters of Lake Michigan. *Transactions of the American Fisheries Society*, 2004. 133(1). S.: 185–189.
- Lindner, K., A.F. Cerwenka, J. Brandner, S. Gertzen, J. Borchering, J. Geist & U.K. Schliewen (2013) First evidence for interspecific hybridization between invasive goby species *Neogobius fluviatilis* and *Neogobius melanostomus* (Teleostei: Gobiidae: Benthophilinae). *Journal of Fish Biology* 82. S.: 2128–2134.

- Lusk, S., Luskova, V., Halacka, K., Lojkasek, B. (2000) Changes in the species composition of the ichthyofauna in the territory of Czech Republic after 1990. Biodiverzita ichtiofauny Ceske Republiky (III). S.: 21–28.
- Miller P.J. (2004) The Freshwater Fishes of Europe. 8 (II), Gobiidae 2, AULA-Verlag. S.: 443–458.
- Nehring, S. (2011) Neozoa (Makrozoobenthos) in den deutschen Gewässern – Eine Einführung. – AeT umweltschutz Koblenz, <http://www.neozoa.de>.
- Paintner S., Seifert K. (2006) First record of the round goby, *Neogobius melanostomus* (Gobiidae), in the German Danube. *Lauterbornia* 58. S.: 101–107.
- Paintner, S. (2007) Schwarzmeergrundeln auf dem Vormarsch! Ausbreitung von Neozoen, Auswirkungen auf die heimische Fischfauna. Vortragsskript der SVK-Fischereitagung 2007, Künzell.
- Paintner, S. (2010) Situation der Meergrundeln in der niederbayerischen Donau – Kartierungsergebnisse 2010. Bericht im Rahmen der Folgemaßnahmen Fischartenkartierung im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landwirtschaft und Forsten. Bezirk Niederbayern, Fachberatung für Fischerei. S.: 1–15.
- Pinchuk, V.I., E.D. Vasil'Eva, V.P. Vasil'Ev, P.J. Miller (2003) *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814). In Miller, P.J. (ed.), The Freshwater Fishes of Europe. Vol. 8/I Gobiidae 1. AULA-Verlag GmbH Wiebelsheim, Verlag für Wissenschaft und Forschung, Germany. S.: 293–345.
- Polačik M., M. Janáč, P. Jurajda, Z. Adámek, M. Ondračková, T. Trichkova, M. Vassilev (2009) Invasive gobies in the Danube: invasion success facilitated by availability and selection of superior food resources. *Ecology of Freshwater Fish* 18. S.: 640–649.
- Polis G.A., Myers C.A., Holt R.D. (1989) The ecology and evolution of intraguild predation: Potential Competitors that eat each other. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 1989, 20. S.: 297–330.
- Pronin NM, Fleischer GW, Baldanova DR, Pronina SV (1997) Parasites of the recently established round goby (*Neogobius melanostomus*) and tubenose goby (*Proterorhinus marmoratus*) (Cottidae) from the St. Clair River and Lake St. Clair, Michigan, USA. *Acanthocephalan Distribution caused by Invaders. PLOS ONE* | www.plosone.org 8 December 2012 | Volume 7 | Issue 12 | e53218. *Folia Parasit* 44. S.: 1–6.
- Reinartz R., Hilbrich T. und Born O. (2000) Nachweis der Marmorierten Grundel (*Proterorhinus marmoratus* Pallas, 1811) im unterfränkischen Main bei Eltmann (Rheineinzugsgebiet). *Österreichs Fischerei* 53. S.: 192–194.
- (RFG) Rheinfischergesellschaft in NRW (2011) Invasive Grundeln im Rhein. Informationen für Rheinangler. Faltblatt. Geschäftsstelle RFG: Römerhofweg 12, 50374 Erftstadt.
- Sapota M.R. (2004) The round goby in the Gulf of Gdansk – a species introduction into the Baltic Sea. *Hydrobiologica* 514. S.: 219–224.
- Sapota M.R., Skora K.E. (2005) Spread of alien (non-indigenous) fish species *Neogobius melanostomus* in the Gulf of Gdansk (south Baltic). *Biological Invasions* 7. S.: 157–164.
- Schadt, J. (2000) Neue Fischart im Main entdeckt: Marmorierte Grundel (*Proterorhinus marmoratus*). *Fischer & Teichwirt* 51.S.: 217–218.
- Seifert K. & Hartmann F. (2000) Die Kesslergrundel (*Neogobius kessleri*), eine neue Fischart in der deutschen Donau. *Lauterbornia* 38. S.: 105–108.
- Semenchenko V., Grabowska J., Grabowski M., Rizesvky V., Pluta M. (2011) Non-native fish in Belarusian and Polish areas of the European central invasion corridor. *Oceanological and Hydrobiological Studies, International Journal of Oceanography and Hydrobiology*, Vol. 40, Issue 1. S.: 57–67.
- Silkenat W., Kolahsa M. (2011) Fischkartierung Bayern. Verbreitung der Schwarzmeergrundeln im Bezirk Unterfranken. Bezirk Unterfranken, Fachberatung für Fischerei, Würzburg. S.: 1–56.
- Simberloff D., Von Holle B. (1999) Positive interactions of nonindigenous species: invasional meltdown? *Biological Invasions* 1. S.: 21–32.
- Sindilariu, P.D., J. Freyhof & C. Wolter (2006) Habitat use of juvenile fish in the lower Danube and the Danube Delta: implications for ecotone connectivity. *Hydrobiologia* 571. S.: 51–61.
- Staas, S. (2008) Homepage RFG, (HYPERLINK »<http://www.rheinfischerei-nrw.de>«).
- Steinhart, G.B., Marschall, E.A., Stein, R.A. (2004) Round Goby Predation on Smallmouth Bass Offspring in Nests during Simulated Catch-and-Release Angling. *Transactions of the American Fisheries Society*, 2004, v.133, n.1. S.: 121–131.
- Stemmer, B. (2008) Fluss-Grundeln im Rhein-Gewässersystem. *Natur in NRW* 4/08, S.: 57–60.
- Strätz C., Klupp R., Speierl T., Popp M., Kuhlen K., Müller K. (2010) Erfassung der in oberfränkischen Gewässern lebenden Neozoen (Neubürger) »Schwarzmeergrundeln« (Neogobiidae). Bezirk Ober-

- franken, Fachberatung für Fischerei, Bayreuth. S.: 1–63.
- Somers, C.M., *et al.* (2003) The invasive round goby (*Neogobius melanostomus*) in the diet of nestling double-crested cormorants (*Phalacrocorax auritus*) in Hamilton Harbour, Lake Ontario. *Journal of Great Lakes Research*, 2003. 29(3). S. 392–399.
- Tien, N.S.H., Winter, H.V., De Leeuw, J.J., Wiegerinck, J.A.M. & Westerink, H.J. (2003) Jaarrapport-age Actieve Vismonitoring Zoete Rijkswateren 2002/2003. RIVO-Report C069/03.
- Vasil'eva E.D., Vasil'ev V.P. (2003) *Neogobius kessleri* (Günther, 1861). In: Miller P.J. (ed.), *The freshwater fishes of Europe*, Vol. 8/1, (Aula-Verlag) Wiebelsheim. S.: 281–292.
- Verreycken H., Breine J.J., Snoeks J., Belpaire C. (2011) First record of the round goby *Neogobius melanostomus* (Actinopterygii: Perciformes: Gobiidae) in Belgium. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* (2011) 41 (2). S.: 137–140.
- Von Landwüst, C. (2006) Expansion of *Proterorhinus marmoratus* (Teleostei, Gobiidae) into the River Moselle (Germany). *Folia Zoologica* 55. S.: 107–111.
- Wiesner C. (2003) Verbreitung und Populationsökologie von Meeresgrundeln (Gobiidae) in der österreichischen Donau. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur in Wien. S.: 1–135.
- Wiesner C., Zauner G (2003) Bestimmungsschlüssel für heimische Fisch- und Neunaugenarten. Universität für Bodenkultur in Wien, S. 1–87.
- Wiesner *et al.* (2010) Gebietsfremde Fische in Deutschland und Österreich und mögliche Auswirkungen des Klimawandels. BfN-Skripten 279 (2010). S.: 1–196.
- World Wide Fund For Nature (2009) Die mögliche Wirkung des Klimawandels auf Wassertemperaturen von Fließgewässern – Erläuterungsbericht -. WWF Deutschland (Hrsg.), Frankfurt am Main. S.: 1–24.

Anhang

Tab. 3: In Bayern durchgeführte Untersuchungen, bei denen Grundeln seit Beginn der Invasion systematisch erfasst wurden.

Datum	Gewässer	Ort	Befischungsart	Befischte Uferlänge (m)	Fkm	Nachweis			Quelle
						SMG	KG	MG	
1985	Donau	Vilshofen						Erstnachweis Bayern	Reinartz et. al. 2000
1999	Donau	Straubing					Erstnachweis Bayern		Seifert & Hartmann 2000
2000	Rednitz	Stein						Erstnachweis Mfr	FFB Mfr 2011
2003/04	Main	Hallstadt	Reuse		383		Erstnachweis Ofr		Strätz et al. 2010
2004	Main	Bischberg	Reuse			0	0	vereinzelt	Strätz et al. 2010
2004	Main-Regnitz-Mündung	Bischberg	Reuse			0	0	1	Strätz et al. 2010
2004	Donau	Passau, Straubing			2220,0–2225,0; 2339,5–2353,0	Erstnachweis Bayern			Paintner & Seifert 2006
2004	Donau	Passau			2225–2221	mittlere Bestandsdichte	mittlere Bestandsdichte	0	Paintner 2007
2004	Donau	Straubing			2350–2324	Einzelnachweis – hohe Bestandsdichte (s. Abb. 19)	Einzelnachweis – mittlere Bestandsdichte (s. Abb. 18)	hohe Bestandsdichte	Paintner 2007
2004/06	Donau	Münchsmünster-Donaudurchbruch			2436,5–2422	0	0	0	Paintner 2007
2004/06	Donau	Kehlheim			2414–2410	0	0	hohe Bestandsdichte	Paintner 2007
2004/06	Donau	Geisling			2370–2350	geringe Bestandsdichte	geringe Bestandsdichte	hohe Bestandsdichte	Paintner 2007
2005	Donau	Ingolstadt			2456–2452	0	0	0	Paintner 2007
2005	Donau	Irsching			2450–2438	0	0	0	Paintner 2007
2005	Donau	Bad Abbach			2402–2398	0	0	mittlere Bestandsdichte	Paintner 2007
2006	Donau	Straubing – Vils-hofen			2324–2249	Einzelnachweis – hohe Bestandsdichte (s. Abb. 19)	Einzelnachweis – hohe Bestandsdichte (s. Abb. 18)	Einzelnachweis – geringe Bestandsdichte (s. Abb. 17)	Paintner 2007
2006	MD-Kanal	Schleuse Eibach					Erstnachweis Mfr		FFB Mfr 2011
06.05.07	Regnitz, MD-Kanal	Neuses	elektrisch	4600		0	1	1	Strätz et al. 2010
15.05.08	Regnitz	Buckenhofen	elektrisch	200		0	0	100	Strätz et al. 2010
15.05.08	Altarm	Buckenhofen	elektrisch	90		0	0	0	Strätz et al. 2010
15.05.08	MD-Kanal	Buckenhofen	elektrisch	200		0	0	0	Strätz et al. 2010
11.07.08	Regnitz	Buckenhofen	elektrisch	200		0	1	8	Strätz et al. 2010
11.07.08	Altarm	Buckenhofen	elektrisch	90		0	1	8	Strätz et al. 2010
11.07.08	MD-Kanal	Buckenhofen	elektrisch	200		0	0	0	Strätz et al. 2010
12.08.08	MD-Kanal	Neuses	elektrisch	4600		0	0	45	Strätz et al. 2010
08.09.08	rechter Regnitzarm, MD-Kanal	Bamberg	Reuse, Netz			vereinzelt	0	vereinzelt	Strätz et al. 2010
08.09.08	rechter Regnitzarm	Bamberg				Erstnachweis Ofr			Strätz et al. 2010
09/10.09.2008	Main-Regnitz-Mündung	Bischberg	Reuse			0	0	5	Strätz et al. 2010
02.10.08	Regnitz	Buckenhofen	elektrisch	200		0	1	23	Strätz et al. 2010
02.10.08	Altarm	Buckenhofen	elektrisch	90		0	0	1	Strätz et al. 2010
02.10.08	MD-Kanal	Buckenhofen	elektrisch	200		0	0	1	Strätz et al. 2010
07.07.09	Main	Rothenfels	elektrisch	3000	186,1–187,6	0	44	0	Silkenat & Kolahsa 2011
08.07.09	Main	Klingenberg	elektrisch	3000	113,4–114,9	0	41	0	Silkenat & Kolahsa 2011
28.07.09	Main	Nordheim	elektrisch	3000	306,4–307,9	0	333	41	Silkenat & Kolahsa 2011

Invasive Grundeln in Bayern – Bestandsaufnahme und derzeitiger Erkenntnisstand

Datum	Gewässer	Ort	Befischungsart	Befischte Uferlänge (m)	Fkm	Nachweis			Quelle
						SMG	KG	MG	
19.10.09	Donau	Geisling UW	elektrisch	1000	2352,6–2353,1	130	60	2	Bäumler 2010
22.10.09	Donau	Geisling OW	elektrisch	2000	2355,0–2359,0	228	72	0	Bäumler 2010
24.10.09	Donau	Regensburg UW	elektrisch	1500	2378,50–2379,80	18	4	0	Bäumler 2010
24.10.09	Donau, Naab-Altwasser/-mündung	Regensburg OW	elektrisch	1500	2381,0–2385,3	0	33	0	Bäumler 2010
25.10.09	MD-Kanal	Bachhausen	elektrisch	2500	116,0–118,0	68	0	0	Bäumler 2010
25.10.09	MD-Kanal	Bachhausen	elektrisch	500	111,25–111,75	11	0	0	Bäumler 2010
04.12.09	Main	Großwallstadt	elektrisch		98,0–100,00	sehr zahlreich	sehr zahlreich	0	Silkenat & Kolahsa 2011
2009/2010	Donau	Klösterl	elektrisch	3000	2417–2421	0	0	6	Paintner 2010
2009/2010	Donau	Niederalteich	elektrisch	3000	2274–2277	107	6	2	Paintner 2010
2009/2010	Donau	Gaishofen	elektrisch	3000	2238	286	26	0	Paintner 2010
2009/2010	Donau	Jochenstein	elektrisch	3000	2204–2213	177	4	0	Paintner 2010
2010	MD-Kanal	Erlangen	elektrisch			Erstnachweis Mfr			FFB Mfr 2011
26.04.10	Main	Kahl	elektrisch	3000	70,5–72,5	492	48	1	Silkenat & Kolahsa 2011
27.04.10	Main	Rothenfels	elektrisch	3000	186,1–187,6	0	77	28	Silkenat & Kolahsa 2011
28.04.10	Main	Klingenberg	elektrisch	3000	113,4–114,9	2	79	21	Silkenat & Kolahsa 2011
26.-29.04.2010	MD-Kanal	Riedenburg	elektrisch		143,4–147,9	1	0	271	Paintner 2010
04.05.10	Main	Erlabrunn	elektrisch	3000	241,2–242,7	0	29	29	Silkenat & Kolahsa 2011
07.05.10	ERBA Umgebungsbach, linker Regnitzarm	Bamberg	elektrisch			2	0	2	Strätz <i>et al.</i> 2010
05/06.06.2010	Main	Unterleiterbach/Zapfendorf	Reuse			0	0	0	Strätz <i>et al.</i> 2010
05/06.06.2010	Main	Ebing	Reuse			0	0	0	Strätz <i>et al.</i> 2010
15.06.10	Main	Hallstadt	elektrisch	2000		0	0	101	Strätz <i>et al.</i> 2010
15.06.10	Leitenbach/Gründleinsbach	Hallstadt	elektrisch			0	0	0	Strätz <i>et al.</i> 2010
18.06.10	Main	Hochstadt	elektrisch	1400		0	0	0	Strätz <i>et al.</i> 2010
18.06.10	Rodach	Marktzeuln	elektrisch			0	0	0	Strätz <i>et al.</i> 2010
26/27.06.2010	MD-Kanal	Neuses	Reuse	250		0	0	9	Strätz <i>et al.</i> 2010
26/27.06.2010	Regnitz	Neuses	Reuse	250		0	0	1	Strätz <i>et al.</i> 2010
26/27.06.2010	Umgebungs-bach	Neuses	Reuse	250		0	0	8	Strätz <i>et al.</i> 2010
29.06-02.07.2010	Donau	Regensburg	elektrisch	3000	2376,1–2381,0	4263	58	6	Ache & Ruff 2011
29.06-02.07.2010	Regen	Regensburg	elektrisch	1200	0,0–2,2	53	0	1	Ache & Ruff 2011
29.06-02.07.2010	Donau	Regensburg	elektrisch	3000	2381,5–2387,4	1694	203	12	Ache & Ruff 2011
29.06-02.07.2010	Naab	Regensburg	elektrisch	1200	0,2–2,2	2	0	1	Ache & Ruff 2011
30.06.10	Donau	Stefansposching	elektrisch	3000	2295,4–2300,4	778	82	1	Paintner 2010
05/06.07.2010	MD-Kanal	Schleuse Forchheim	Reuse			0	0	5	Strätz <i>et al.</i> 2010
08.07.10	Main	Nordheim	elektrisch	3000	306,4–307,9	13	14	4	Silkenat & Kolahsa 2011
18.08.10	Main	Mondfeld	elektrisch	3000		98	38	0	Silkenat & Kolahsa 2011
18.08.10	Main	Fechenbach	elektrisch	4250		130	53	0	Silkenat & Kolahsa 2011
06.09.10	Donau	Eining	elektrisch	3000	2424,8–2429,2	0	0	0	Ache & Ruff 2011
06.09.10	Abens	Eining	elektrisch	1200	0,0–1,6	0	0	0	Ache & Ruff 2011
07.09.10	Fränkische Saale	Gemünden	elektrisch	1200		0	19	0	Tombek 2011
08.09.10	Lohr	Lohr	elektrisch	1200		0	12	0	Tombek 2011
06./07./23.09.2010	Main	Gemünden	elektrisch	3000		2	340	0	Tombek 2011
13.09.10	Main	Großwallstadt	elektrisch		98,0–100,00	sehr zahlreich	Massenaufreten	0	Silkenat & Kolahsa 2011
14./15.09.2010	Donau	Passau	elektrisch	3000	27,1–30,5	1395	145	6	Paintner 2010
20./24.09.2010	Main	Lohr	elektrisch	3000		419	379	0	Tombek 2011
21.09.10	Main	Hassfurt	elektrisch	3000		137	12	12	Ache & Ruff 2011
22.09.10	Main	SH Erlabrunn	elektrisch	1000	243,8–250,8	481	264	9	Silkenat & Kolahsa 2011
27.09./12.10.2010	MD-Kanal	Roth	elektrisch	3000		1	16	17	Tombek 2011
28.09./13.10.2010	MD-Kanal	Fürth	elektrisch	3000		321	4	26	Tombek 2011
29.09.10	MD-Kanal	Erlangen	elektrisch	3000		80	0	25	Tombek 2011

Datum	Gewässer	Ort	Befischungsart	Befischte Uferlänge (m)	Fkm	Nachweis			Quelle
						SMG	KG	MG	
30.09.10	Main	SH Heubach	elektrisch	1000	124,4–130,6	587	335	4	Silkenat & Kolahsa 2011
06.10.10	Regnitz	Erlangen	elektrisch	1200		228	0	7	Tombek 2011
06.10.10	Donau	Vilshofen	elektrisch	3000	2243–2247	3435	71	1	Ache & Ruff 2011
07.10.10	Vils	Vilshofen	elektrisch	1200	0,0–1,2	382	7	14	Ache & Ruff 2011
08.10.10	Baunach	Baunach	elektrisch	1200		0	0	4	Tombek 2011
14.10.10	Altmühl	Dietfurt	elektrisch	1200		0	0	7	Tombek 2011
15.10.10	Aisch	Altendorf	elektrisch	1200		0	0	0	Tombek 2011
18.10.10	Main	SH Garstadt	elektrisch	1000	326,0–331,2	218	179	40	Silkenat & Kolahsa 2011
22.10.10	Nassach	Hassfurt	elektrisch	1200		0	0	0	Tombek 2011
05.05.11	MD-Kanal	Erlangen	elektrisch	1000	39,6–40,3	426	1	30	FFB Mfr 2011
05.05.11	MD-Kanal	Katzwang	elektrisch	900	75–75,7	68	1	98	FFB Mfr 2011
09.05.11	MD-Kanal	Hilpoltstein	elektrisch	900	100–103	0	0	359	FFB Mfr 2011
22.07.11	Main	Aschaffenburg	elektrisch	3000		5955	631	10	Tombek 2011
06.2012	Hollergraben/ linker Regnitzarm	Bamberg	Ablassung			Massenaufreten	vereinzelt	Massenaufreten	mündl. Mitt. Speierl 2012
2009-2013	Donau	Engelhartzell-Kelheim	Elektrisch	Point-Abundance-Sampling an ca. 2500 Punkten	2196–2409	6705	182	70	Brandner <i>et al.</i> 2013, Cerwenka <i>et al.</i> 2014

Glossar

Abundanz

Häufigkeitsangabe; bezogen auf die Anzahl an Individuen einer Art.

AVBayFiG

Ausführungsverordnung zum bayerischen Fischereigesetz. Die Verordnung ist auf der Homepage des LFV Bayern unter »Rechtliches« abrufbar.

Bio-manipulation

Biotechnologie zur Steuerung von Nahrungsketten, hier im Rahmen der Gewässerbewirtschaftung. Das Ziel ist eine Begrenzung von ausgesuchter Biomasse über den Aufbau eines gut entwickelten Raubfischbestandes.

Cypriniden

Karpfenartige Fische (Cyprinidae), Weißfische.

Detritus

Zerfallende organische Substanzen wie Reste abgestorbener Pflanzen und Tiere.

Einzugsgebiet

Für jeden Abschnitt eines Gewässers lässt sich das Gebiet angeben, aus dem alles Wasser dieser Stelle zufließt. Die Grenze des Einzugsgebiets wird über die Wasserscheide definiert.

Elektrofischerei/Elektrofischung

Fang von Fischen mittels elektrischen Strom. Fische werden angezogen und betäubt. Die Methode ist genehmigungspflichtig und nur in begründeten Fällen, z. B. zur Bestandsaufnahme, genehmigungsfähig.

Endemit/endemisch

Einheimische Tier- oder Pflanzenart, die nur in einem definierten Gebiet vorkommt.

Europäische Hauptwasserscheide

Verlauf zwischen Gibraltar und Moskau; trennt Zuflüsse zum Mittelmeer, sowie Schwarzen Meer von den Zuflüssen zum Atlantik, sowie zur Nord- und Ostsee.

Fischbiomasse

Gewichtsmäßiger Fischbestand, meist ausgedrückt in kg. (Fischertrag: ha/kg)

FFH-Richtlinie

Flora-Fauna-Habitatrichtlinie zur Wahrung und zum Erhalt des Europäischen Schutzgebietssystems Natura 2000.

Gilde

Gruppe von Arten mit ähnlichen Strategien der Ressourcennutzung oder ähnlichen Lebensformtypen.

Habitat

Charakteristischer Lebensraum einer Tierart (Latein: habitare = »wohnen«).

Hydromorphologie

Beschreibt die vorhandenen Gewässerstrukturen und das damit verbundene Abflussverhalten eines Gewässers in seiner räumlichen und zeitlichen Ausdehnung.

Initialpopulation

Gruppe von Individuen, die eine Fortpflanzungsgemeinschaft bilden, bzw. neu gründen (=initiiieren).

Invasive Spezies/Bioinvasoren

Lebewesen, welche sich in einem Gebiet ausbreiten, in dem sie nicht heimisch sind. (Teilmenge der Neobiota)

Invertebraten

Vielzellige wirbellose Organismen.

Makrozoobenthos

Umfasst tierische Organismen, die den Gewässerboden bewohnen und mindestens in einem Lebensstadium mit freiem Auge sichtbar sind.

Neobiota

Die Gesamtheit an Arten, die sich – ohne oder mit menschlicher Einflussnahme – in einem Gebiet etabliert haben, in dem sie zuvor nicht heimisch waren.

Neozoen/neozoisch

Unterbegriff für neobiotische Tiere. (analog hierzu: Neophyten = neobiotische Pflanzen)

Ökosystem

Ganzheit von Organismen und Umwelt eines Lebensraumes.

Perciden

Barschartige Fische, Echte Barsche (Percidae).

Piscivorie

Ernährungsweise, bei der Fische den überwiegenden Teil der Nahrung bilden.

Querbauwerk

Bauwerk, welches quer über ein Fließgewässer reicht (z. B. Wehre, Staudämme) und damit das natürliche Abflussverhalten und die Durchgängigkeit für Lebewesen und Feststoffe beeinträchtigt.

WRRL

Wasserrahmenrichtlinie der EU – im Jahr 2000 vorgelegt und in nationales Recht umgesetzt. Die Richtlinie verlangt die Herstellung des »guten ökologischen Zustands bzw. Potenzials« unserer Gewässer bis 2015 und schließt dabei nicht nur die Wasserqualität, sondern auch die Gewässerstruktur sowie Flora und Fauna ein.

Zönose

Lebensgemeinschaft einer bestimmten Organismengruppe.

Kontaktadressen

Landesfischereiverband
Bayern e.V.
Pechdellerstraße 16
81545 München
Tel. +49(0)89-642726-0

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Fischerei
Weilheimer Straße 8
82319 Starnberg
Tel. +49(0)8151-2692-0

Fachberatung für das Fischereiwesen
des Bezirks Oberbayern
Vockestraße 72
85549 Haar
Tel. +49(0)89-452349-0

Fachberatung für das Fischereiwesen
des Bezirks Niederbayern
Gestütstraße 5
84028 Landshut
Tel. +49(0)871-808-1993

Fachberatung für das Fischereiwesen
des Bezirks Oberpfalz
Ludwig-Thoma-Straße 14
93051 Regensburg
Tel. +49(0)941-9100-0

Fachberatung für das Fischereiwesen
des Bezirks Oberfranken
Ludwigstraße 20
95444 Bayreuth
Tel. +49(0)921-604-1469

Fachberatung für das Fischereiwesen
des Bezirks Mittelfranken
Maiacher Straße 60d
90441 Nürnberg
Tel. +49(0)911-424399-0

Fachberatung für das Fischereiwesen
des Bezirks Unterfranken
Silcherstraße 5
97074 Würzburg
Tel. +49(0)931-7959-1412

Fachberatung für das Fischereiwesen
des Bezirks Schwaben
Mörgener Straße
87775 Salgen
Tel. +49(0)8266-86265-11

Technische Universität München
Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie
Mühlweg 22
85354 Freising
Tel. +49(0)8161-713947

Zoologische Staatssammlung München
Sektion Ichthyologie
Münchhausenstraße 21
81247 München
Tel. +49(0)89-8107-0

Universität Basel
Programm MGU
Versalgasse 1
CH-4051 Basel
Tel. +41(0)61-2670400

Impressum

Herausgeber

Landesfischereiverband Bayern e. V.
Pechdellerstraße 16
81545 München
Tel. +49 (0) 89-64 27 26-0

Autoren

Matthias Abele,
Büro für Umweltplanung und GIS-Analysen

Manfred Ache
BNGF – Büro für Naturschutz- Gewässer- und Fischereifragen

Robert Bäuml,
Animus aquae, Büro für fischereifachliche Erhebungen

Dr. Jörg Brandner,
Wasserwirtschaftsamt Regensburg, Fachbereich A - Gewässeraufsicht

Dr. Alexander F. Cerwenka,
Technische Universität München, Lehrstuhl für Aquatische System-
biologie
Zoologische Staatssammlung München, Sektion Ichthyologie

Michael Gabel
Universität Rostock, Lehrstuhl für Meeresbiologie

Prof. Dr. Jürgen Geist,
Technische Universität München, Lehrstuhl für Aquatische System-
biologie

Dr. Philipp Hirsch,
Universität Basel, Programm MGU

Dr. Irene Kalchauer,
Universität Basel, Programm MGU

Dr. Robert Klupp,
Bezirk Oberfranken, Fachberatung für das Fischereiwesen

Michael Kolahsa,
Bezirk Unterfranken, Fachberatung für das Fischereiwesen

Gunter Kraus,
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Fischerei

Benedikt Nordhardt
Technische Universität München, Lehrstuhl für Wasserbau und
Wasserwirtschaft

Dr. Stephan Paintner,
Bezirk Niederbayern, Fachberatung für das Fischereiwesen

Dr. Constanze Pietsch,
Universität Basel, Programm MGU

Dr. Thomas Ring,
Bezirk Oberpfalz, Fachberatung für das Fischereiwesen

Matthias Ruff
Bayerisches Landesamt für Umwelt, Wildtiermanagement

Dr. Ulrich K. Schliwen,
Zoologische Staatssammlung München, Sektion Ichthyologie

Johannes Schnell,
Landesfischereiverband Bayern e.V., Referat III – Fischerei, Gewäs-
ser- und Naturschutz

Dr. Michael Schubert,
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Fischerei

Dr. Wolfgang Silkenat,
Bezirk Unterfranken, Fachberatung für das Fischereiwesen

Dr. Thomas Speierl,
Bezirk Oberfranken, Fachberatung für das Fischereiwesen

Patrick Türk,
Landesfischereiverband Bayern e.V., Referat III – Fischerei, Gewäs-
ser- und Naturschutz

Dr. Thomas Vordermeier,
Bezirk Mittelfranken, Fachberatung für das Fischereiwesen

Julia Wänninger
Technische Universität München, Lehrstuhl für Wasserbau und
Wasserwirtschaft

Bearbeitung

Patrick Türk
Johannes Schnell

Grafische Gestaltung

Uhl + Massopust, Aalen

Druck

Gotteswinter und Aumaier GmbH, München

Papier

gedruckt auf FSC zertifiziertem Papier



Bildnachweis

M. Ache, S. 41, Abb. 35 • S. 57, Abb. 51
S. Emde, S. 7, Abb. 1 • S. 17, Abb. 11 • S. 46, Abb. 40a • S. 55, Abb. 50b
A. Hartl, Titelbild • S. 11, Abb. 6 • S. 13, Abb. 8a, b • S. 14, Abb. 9a–c • S. 16, Abb. 10a, b • S. 17, Abb. 12 • S. 47, Abb. 42 • S. 48, Abb. 43b • Rückseite
LFV Bayern, S. 54, Abb. 49b
D. Mahsberg, S. 53, Abb. 48
E. Mathes, S. 58, Abb. 52
B. Nordhardt & J. Wänninger, S. 38, Abb. 38a–d • S. 39, Abb. 34a • S. 47, Abb. 41a–c
U. Pulg, S. 48, Abb. 43a • S. 52, Abb. 47a, b
J. Schnell, S. 10, Abb. 3b, Abb. 4 • S. 22, Abb. 13 • S. 54, Abb. 49a
W. Silkenat, S. 12, Abb. 7
P. Türk, S. 55, Abb. 50c • S. 58, Abb. 53a, b
TUM (J. Brandner), S. 10, Abb. 3a, Abb. 5 • S. 39, Abb. 34b • S. 46, Abb. 40b
S. Wolfschaffner, S. 55, Abb. 50a

Bezug

Landesfischereiverband Bayern e. V.
Pechdellerstraße 16
81545 München
Tel. +49 (0) 89-64 27 26-0
Email: poststelle@lfvbayern.de
www.lfvbayern.de

Als Datengrundlage flossen Befischungsdaten ein, die durch ein von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördertes Projekt des Lehrstuhls für Aquatische Systembiologie der Technischen Universität München und der Zoologische Staatssammlung München erhoben wurden (Projektnummer GE 2169/1-1 und SCHL567/5-1 [AOBJ: 569812]).

Gefördert aus Mitteln der Fischereiabgabe

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Weg und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Nachdruck und Wiedergabe, auch nur auszugsweise, nur mit Genehmigung des/der Herausgebers/Herausgeber.

© Landesfischereiverband Bayern e. V.,
2. überarbeitete Auflage, März 2015

