

Schwarzmundgrundeln in der Schweiz

Joschka Wiegleb

Zusammenfassung

Invasive Schwarzmundgrundeln, die bereits weite Teile Europas und Nordamerikas besiedelt haben, sind im Rhein bei Basel angekommen und drohen weiter den Rhein hinauf zu wandern. Dort könnten sie weitere Gewässersysteme der Schweiz besiedeln. Durch ihre Ausbreitung werden starke Ökosystemveränderungen beobachtet, die ökologische, gesellschaftliche und ökonomische Auswirkungen haben können. In Zusammenarbeit verschiedener Interessenvertretender wurde eine Strategie gegen die Tiere erarbeitet. Eine komplette Entfernung aus dem Gewässer ist nicht wirtschaftlich, weshalb Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen der Universität Basel an der Verhinderung der weiteren Ausbreitung arbeiten.

1 Invasion im Rhein

“Invasion” verbinden viele Menschen mit Kriegshandlungen, mit der feindlichen Übernahme von Territorium durch eine feindliche Armee. So mag es verwunderlich oder sogar übertrieben erscheinen, wenn Wissenschaftler eine gebietsfremde Art als “invasive Spezies” bezeichnen. Die Geschichte der Schwarzmundgrundel (Abb. 1) allerdings liest sich fast wie im Geschichtsbuch. Da war ein Fisch, der kam mit Schiffen und breitete sich in weiten Teilen Europas und Nordamerikas aus. Er konkurrierte mit heimischen Fischen um Ressourcen, sodass Nahrung für andere Fischarten weniger und der Platz auf dem Gewässergrund streitig gemacht wurde. Inzwischen ist bekannt, dass diese Art nicht nur die Nahrung der heimischen “Bevölkerung” verzehrte, sondern auch Jagd auf Gelege und Larven der heimischen Fische sowie auch auf die Brut von Raubfischen machte. Die Schwarzmundgrundel wird kaum grösser als eine Hand, kann nicht besonders gut schwimmen und hat keine stark ausgeprägten Fangzähne. Dennoch frisst sie ihre “Feinde”, wie Hecht oder Zander, in einer Phase, in der sie anfällig sind: im Ei oder als Larve. So hat die Grundel direkten Einfluss auf die Population der Raubfische.

Adresse des Autors: Joschka Wiegleb, Universität Basel, Programm MGU, Vesalgasse 1, CH-4051 Basel;
E-Mail: joschka.wiegleb@unibas.ch



Abb. 1 Schwarzmundgrundel aus dem Rhein bei Basel in einer Handfläche.

Foto: Universität Basel, 2018

Die Schwarzmundgrundeln sind heimisch im Schwarzen und Kaspischen Meer der Pontokaspis und zeigen dort keine besonderen Auffälligkeiten. Sie besitzen im Gegensatz zu den meisten anderen Fischen keine Schwimmblase, können sich dementsprechend nur durch aktive Schwimmbewegung unter körperlicher Anstrengung im Freiwasser aufhalten. Gewöhnlich schwimmen sie nicht viel, halten sich auf dem Boden auf und fressen, was ihnen vor die Schnauze kommt. Sie gehen nicht auf Laichwanderung wie einige andere Fischarten. Dafür frönen sie dem "Liebesleben" über den Sommer hinweg über einen verhältnismässig langen Zeitraum und laichen mehrmals im Jahr (Kornis et al. 2012).

Inzwischen hat ein Grossteil der Fischer eigene Erfahrungen mit diesen Fischen gemacht. In Angelmagazinen waren anfangs erschreckende Berichte über Massenfänge von Grundeln und erhebliche Rückgänge der heimischen Fischpopulationen zu lesen. Versucht ein Angler einen bestimmten Fisch zu fangen und wirft seinen Köder aus, dauert es häufig nur Sekunden bis eine kleine Grundel am Haken hängt. In dieser Zeit hat kein anderer Fisch die Gelegenheit, auf den Köder zu beißen. Er wirft sein Gerät wieder aus, und nach ein paar Sekunden zappelt wieder eine kleine Grundel am Haken. Das Resultat ist ein grosser Fang voller kleiner Fische mit grossem Kopf, die leicht zu fangen sind, wenig Fleisch besitzen und in der Küche viel Arbeit verursachen. Es ist leicht vorstellbar, wie mit der Zeit das Interesse an diesem Hobby auch unter eingefleischten Fischern schwindet – mit womöglich ernststen Auswirkungen. Mittlerweile ist eine bedeutende Industrie um die Fischerei entstanden: Von der Angelfischerei hängen neben der Produktion und dem Handel von Fischereigeräten in vielen Gebieten auch der Gastronomie- und Tourismussektor ab. Fischer sind bereit, viel Geld in ihr Hobby zu investieren, und wollen beim Jahresurlaub keine Materialsorgen und nur die besten und sichersten Fangplätze haben. Ausserdem engagieren sich viele

Fischer ehrenamtlich in Vereinen, bewirtschaften ihre Gewässer und pflegen die Natur. Neben wirtschaftlichen Interessen bietet die Angelfischerei dementsprechend auch einen ökologischen Mehrwert.

Die Globalisierung und das Wachstum der weltweiten Wirtschaft haben die Anzahl der invasiven Arten über die letzten Jahrzehnte hinweg stark anwachsen lassen (Hulme 2009). Um die Risiken besser abschätzen zu können, Managementmassnahmen zu entwickeln und um von diesen Arten zu lernen, beschäftigen sich weltweit zahlreiche Wissenschaftler mit den Schwarzmundgrundeln. Mittlerweile werden sie sogar als “Modellorganismus” für invasive Arten bezeichnet. Es wird versucht, von dem “Invasionsprozess” zu lernen und für mögliche zukünftige Invasionen gewappnet zu sein. Allerdings muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass die Invasion der Schwarzmundgrundel wahrscheinlich nur eine solche Bekanntheit erreicht hat, weil sie die oben genannten gesellschaftlichen Auswirkungen mitbrachte. Seit dem vermehrten Warenverkehr über unseren Planeten kam es im Laufe der Geschichte immer wieder zu Artenverschleppungen mit oft negativen Auswirkungen auf das betroffene Ökosystem (Hulme 2009).

2 Die Schwarzmundgrundel

Schwarzmundgrundeln laichen normalerweise alle drei bis vier Wochen von April bis September. Das Laichgeschäft ist stark abhängig von der Wassertemperatur, die zwischen neun und 26 ° Celsius liegen sollte. Die Weibchen kleben die Gelege an festes Substrat wie etwa Steine, und die Männchen versprühen ihren Samen über die Eier, um diese zu befruchten. Anschliessend wird das Gelege von den Männchen bewacht, die nun häufig eine schwarze Färbung annehmen und keine Nahrung mehr zu sich nehmen (Kornis et al. 2012). Einige Männchen haben eine alternative Fortpflanzungsmethode entwickelt: Sie vermeiden den Aufwand, ein Weibchen zu “beeindrucken” und sich um den “Nachwuchs” zu kümmern, indem sie beim Laichgeschäft eines anderen Paares ein paar Spritzer ihres eigenen Spermas auf die Eier auftragen. Die Eier werden nun vom eigenen Samen befruchtet und ein anderes Männchen betreibt die Brutpflege. Der Fortpflanzungserfolg ist mit minimalem Aufwand gesichert. Schwarzmundgrundeln haben eine grosse Toleranz gegenüber unterschiedlichen Umweltveränderungen und können sich schnell auf neue Gegebenheiten einstellen (Kornis et al. 2012). Als Lebensraum bevorzugen sie steinige Bereiche, wo es viel Nahrung und Versteckmöglichkeiten gibt (Kornis et al. 2012). Daran sind sie aber nicht gebunden. Man sieht Schwarzmundgrundeln auch häufig in sandigen Bereichen.

Mittlerweise hat sich die Schwarzmundgrundel in weiten Teilen Europas und Nordamerikas ausgebreitet und etabliert (Kornis et al. 2012). Im Jahr 1990 wurde sie das erste Mal im Golf von Gdansk beobachtet, in den sie vermutlich durch Ballastwasser von Schiffen eingeschleppt wurde (Kornis et al. 2012). Genetische Unterschiede von Grundelpopulationen, die dicht beieinander lagen, geben einen Hinweis auf mehrere Einfuhreignisse der Grundeln (Björklund & Almqvist 2009). Im Jahre 2012 wurde die Schwarzmundgrundel das erste Mal in Basel beschrieben (Kalchauer et al. 2013), und auch hier wird die kommerzielle Schifffahrt als ursächlich vermutet. Diese Vermutung wird dadurch unterstützt, dass die ersten Schwarzmundgrundeln im Hafen Kleinhüningen gefangen wurden. Ausserdem eröffnete der Rhein-Main-Donau-Kanal im Jahre 1993 eine direkte Wasserstrassenroute von Basel bis in das Gewässersystem des Schwarzen Meeres (Dönni 2016), wo die Schwarzmundgrundel heimisch ist. Ab dem Jahr 2014 dominierte die Schwarzmundgrundel die Fangstatistik des Kantons Basel-Stadt, und mögliche Folgen auf ökologischer, ökonomischer und sozialer Ebene waren noch nicht abzusehen (Dönni 2016).

Inzwischen ist bekannt, dass eine Invasion zwar negative Auswirkungen auf ein Ökosystem haben und es stark verändern kann, es aber auch positive Effekte gibt (*Kornis et al. 2012*). So steht die Schwarzmundgrundel zwar in Konkurrenz zu einigen heimischen Arten und frisst deren Laich und Larven, sie bietet aber auch eine neue Nahrungsquelle und kann Raubfischpopulationen unterstützen. Unter Anglern hat sich sehr schnell herumgesprochen, dass die Grundel ein ausgezeichneter Köderfisch für Zander ist.

Der generelle Einfluss der Schwarzmundgrundel auf besiedelte Ökosysteme ist nicht leicht zu beschreiben. Die Reaktionen heimischer Arten auf die Grundelinvasion variieren zu stark (*Hirsch et al. 2015*). Dies liegt unter anderem daran, dass sich die Interaktion mit heimischen Arten im Verlaufe des Lebenszyklus stark verändert. So kann die Schwarzmundgrundel mit einer anderen Art im Larvenstadium um Futter konkurrieren, mit der gleichen Art als erwachsener Fisch die Eier derselben Art fressen und gleichzeitig selbst als Nahrung für die erwachsenen Tiere dieser Art dienen. Solche Interaktionen können durchaus sehr komplex sein und allen möglichen Einflussfaktoren unterliegen (*Hirsch et al. 2015*).

Ob die Auswirkungen einer fortschreitenden Invasion durch gebietsfremde Arten von der menschlichen Gesellschaft wahrgenommen werden, hängt vermutlich massgeblich vom Zeitpunkt im Invasionsverlauf ab (*Hirsch et al. 2015*). Kurz nach Beginn der Invasion wird oft ein starker Anstieg der Grundelpopulation beobachtet. Schwarzmundgrundeln waren überall im Rhein bei Basel zu beobachten, und Fischer berichteten von Grundelmassenfängen und dem Ausbleiben von Fängen anderer Fischarten. Nun, einige Jahre nach der Ausbreitung, kennen die Fischer die Grundeln und haben ggf. ihre Fangstrategie verändert. Die Schwarzmundgrundeln gehören zum gewohnten Bild, wenn man in den Rhein blickt. Die Menschen haben sich schlicht an sie gewöhnt. Allerdings hat sich auch das Ökosystem an die Neuen “gewöhnt”, und die Veränderung hat sich in Kettenreaktionen im Ökosystem verfestigt – in einer Art und Weise, die bislang noch nicht vollständig verstanden ist. Es ist allerdings absehbar, dass eine komplette Entfernung der Schwarzmundgrundel aus dem Rhein selbst wiederum einen massiven Eingriff ins Ökosystem und starke Veränderungen bedeutet, die vielleicht sogar grösser sind als die Veränderungen bei der ursprünglichen Invasion.

3 Die Grundelstrategie

Um gemeinsam und im Einklang der Grundelinvasion zu begegnen, entwickelten nach der Ankunft der Schwarzmundgrundel im Rhein bei Basel Vertreter unterschiedlicher Interessensgruppen (z. B. Wissenschaftler, Fischer, Regierungsvertreter) eine Strategie, in der sie Ziele und Handlungsfelder aus den Bereichen Grundlagen, Prävention und Bekämpfung formulierten (*Dönni 2016*). All dies mit einem Ziel: die Eindämmung der Schwarzmundgrundeln und Verhinderung der weiteren Ausbreitung in Schweizer Gewässern. Damals wussten die Teilnehmer wenig über die spätere Auswirkung der Invasion auf die Gewässersysteme. Allerdings deutete alles, was sie wussten, auf ein grosses Schadenspotenzial hin. Das erste Handlungsfeld der Grundelstrategie sah vor, mögliche Ausbreitungsmechanismen zu identifizieren und nach Relevanz für die Ausbreitung zu priorisieren. Die Entwicklung der Population sollte abgeschätzt und die Anwendung möglicher Bekämpfungsmassnahmen geprüft werden. Ausserdem sollte eine Risikobewertung für das Schadenspotenzial unterschiedlicher Gewässertypen erstellt werden. Es war geplant, Erkenntnisse über das Wanderverhalten der invasiven Fische zu gewinnen und die mögliche Nutzung von Fischtreppe durch Schwarzmundgrundeln zu prüfen. Ausserdem sollte ein weitläufiges Monitoring mit verschiedenen Fangmethoden etabliert werden, um genau über den weiteren Ausbrei-



Abb. 2 Slipvorgang eines Sportbootes im Rhein bei Basel. Sportboote werden als wichtiger Verbreitungsweg für Schwarzmundgrundeln vermutet, da sie einige Winkel und Ecken bieten, in denen Eier oder lebende Individuen auch längere Strecken über Land überleben könnten. Foto: J. Wiegleb, Universität Basel, 2018

tungsverlauf informiert zu sein. Im Rahmen präventiver Massnahmen sollte die Verschleppung der Schwarzmundgrundeln in andere Gewässer verhindert werden. Mögliche Ausbreitungswege wurden identifiziert und die Relevanz für die Ausbreitung bewertet.

Als ein möglicher Ausbreitungsweg wurde die Ausbreitung der Schwarzmundgrundeln durch Sportboote identifiziert (Abb. 2). Ein kleines Stück stromauf von Basel endet zwar die kommerzielle Schifffahrt, aber es gibt immer noch regen Verkehr privater, kleiner Boote, die für den Urlaub gerne mal auf den Trailer geladen und quer durch Europa gefahren werden, um dort in ein ganz anderes Gewässersystem gesetzt zu werden. Es ist durchaus denkbar, dass an Bootsrümpfe geklebte Eier auch längere Trockenperioden überleben und anschliessend kleine Grundeln in einem vormals unbesiedelten Gewässer schlüpfen und sich ausbreiten. Dabei ist nicht nur der Rumpf der Boote im Fokus. Es gibt einige Bereiche an einem Sportboot, an denen sich durchaus "blinde Passagiere" verstecken könnten. Im Bereich des Bugstrahlruders zum Beispiel oder an verkrauteten Bereichen dicht unter der Wasseroberfläche unterhalb der Badeplattform am Heck. Viertakt-Verbrennungsmotoren haben ausgeklügelte Kühlsysteme, bei denen es durchaus möglich erscheint, dass bei einer abendlichen Fahrt frisch geschlüpfte Schwarzmundgrundellarven unter der Wasseroberfläche (Hensler & Jude 2007) angesaugt werden.

Als weiterer Ausbreitungsweg kommen Angler in Frage, die Schwarzmundgrundeln als Köderfisch an ein Gewässer mitbringen. Köderfische halten sich am besten frisch, solange sie lebendig sind. Sollte der Angler im Sinne des Tierwohls handeln und die Köderfische töten, bevor er sie an den Haken hängt, so ist es durchaus möglich, dass nicht verwendete Köderfische frei gelassen

werden. Und zwar in genau dieses Angelgewässer, das bislang noch grundelfrei war. Angler werden zwar geschult, bevor sie ihre Lizenz bekommen, und Teil des Lehrgangs ist auch der richtige Umgang mit Köderfischen und invasiven Arten, aber man denke daran, welche Reaktion vor einigen Jahren der Kinofilm "Findet Nemo" bei Kindern ausgelöst hat. Sie fingen an, die Aquarienfische in die "Freiheit der Toilette" zu entlassen. Somit sind Aquarianer der nächste Verbreitungsweg: Sehr viele Menschen halten Fische bei sich zu Hause, und sogar in Kinderzimmern findet man Aquarien. Aber was, wenn das Hobby zu langweilig wird oder einfach die Zeit fehlt? Es gibt bislang keine spezialisierten Auffangstationen für abgegebene Aquarienfische, und einfach die Toilette hinunter spülen, ist nicht nur moralisch verwerflich, sondern auch verboten. Es wird geschätzt, dass etwa ein Drittel der weltweiten, aquatischen, invasiven Arten als Aquarienfische gehandelt werden (*Padilla & Williams 2004*). Allerdings stellen Fischer und Aquarianer mögliche Verbreitungswege dar, die schwer wissenschaftlich zu untersuchen sind. Schliesslich ist es nicht möglich, einen Fisch in einem Gewässer zu fragen, wie er in dieses gelangt ist. Bei einer direkten Befragung von Anglern und Aquarianern würde nach illegalem Verhalten gefragt werden, und es ist fraglich, ob sie ehrlich antworten würden. Ausserdem ist eine grosse Dunkelziffer zu erwarten. An dieser Stelle aber der Hinweis: Bei bekannten Kleinanzeigenportalen im Internet tauchen immer wieder Anzeigen auf, bei denen lebende Schwarzmundgrundeln zum Verkauf angeboten werden.

Zuletzt bleibt noch die Ausbreitung durch aktives Schwimmen der Fische selbst (*Kornis et al. 2012*). Der Ober- und Unterrhein wird durch zahlreiche Querbauwerke in verschiedene Abschnitte zerteilt. Damit heimische Fische wie Nase, Forelle oder gar der Lachs ihre Laichwanderung vollziehen und sich fortpflanzen können, wurden mit erheblichem Aufwand Fischpässe installiert. Sie könnten nun auch von der Schwarzmundgrundel zur Passage genutzt werden. Die Gesellschaft steht vor der Frage: Fischpässe und somit Fischwanderrouen offen behalten und die fortschreitende Invasion der Grundeln in Kauf nehmen, oder die mit viel Geld erbauten Fischpässe schliessen, die Verbreitung durch aktives Schwimmen verhindern und die Invasion zumindest kurzweilig aufhalten. Dies bedeutet aber auch, dass die Laichwanderung heimischer Fische blockiert wird – mit möglicherweise starken Auswirkungen auf die Entwicklung der Population. Die einzige praktikierbare Lösung scheint eine selektive Sperre zu sein, die gezielt die Passage gewünschter Arten erlaubt und andere Arten zurückhält.

Fischpässe sind ideale Orte, um eine solche Vorrichtung zu installieren. Es sind "Nadelöhre", durch die jeder Fisch auf seiner Wanderung stromaufwärts hindurch schwimmen muss. Ausserdem sind es Bereiche im Fluss, die verhältnismässig homogene Bedingungen haben. Da der Durchfluss reguliert werden kann, können Wasserstand und Strömungsgeschwindigkeit relativ konstant gehalten werden. Zuletzt bietet der Standort Fischtreppe noch den Vorteil der Wartungsfreundlichkeit. Eine installierte Sperre müsste regelmässig gewartet und auf Funktionalität überprüft werden. Wie schnell kann es passieren, dass Treibgut die Sperre blockiert und entweder die Funktionalität der Sperre vermindert oder den Weg komplett versperrt. Fischtreppe sind meist so gebaut, dass sie für Wartungsarbeiten leicht zugänglich sind. Die Vorteile einer selektiven Sperre liegen auf der Hand, doch wie soll das umgesetzt werden? Es braucht ein sicheres System, da vermutlich schon wenige Überwinder der Sperre ausreichen würden, um oberhalb der Sperre eine neue Population zu gründen. Ausserdem schwimmt in unseren Gewässern eine Fischart, die Mühlkoppe, die der Schwarzmundgrundel zum Verwechseln ähnlich sieht. Sie hat eine ähnliche Lebensweise und ist tatsächlich äusserlich fast nur durch die gespreizte Bauchflosse zu unterscheiden. Diese Flosse ist bei der Schwarzmundgrundel zu einer runden Scheibe verwachsen.

Die Ausbreitung der Schwarzmundgrundel über diese Wege und mögliche Managementoptionen sind im Fokus der Wissenschaftler der Universität Basel (Abb. 3), die auf Kooperationen mit Interessensvertretern aus den unterschiedlichen Bereichen und gesellschaftliche Aufklärung setzen.



Abb. 3 In einem Laborversuch der Universität Basel werden bereits tote Schwarzmundgrundeln an einem Stab im Strömungskanal fixiert. So werden die Kräfte bestimmt, die der Fisch bei der Passage eines Fischpasses überwinden muss. So soll ein Mittel gefunden werden, um den Aufstieg der Fische zu regulieren.

Foto: J. Wiegleb, Universität Basel, 2018

Bislang zeigt die Forschung, dass eine Ausrottung der Schwarzmundgrundeln in den Basler Gewässern schlicht unwirtschaftlich wäre. Eine Reduktion der Population um 95 Prozent würde bei einem raschen Beginn mit Ausrottungsmassnahmen (Entfernung der adulten Schwarzmundgrundeln und der Eier) nach der Invasion etwa 13 Jahre dauern. Da das Sammeln von Grundelgelegen sehr aufwändig ist, wäre eine Entnahme nur der adulten Fische am wirtschaftlichsten. Eine Reduktion der Population um 95 Prozent würde dann etwa 20 bis 29 Jahre dauern (Nguyen et al. 2015). Dazu kommt, dass weitere Auswirkungen einer Entnahmeaktion auf das Ökosystem nicht absehbar sind und durchaus auch negative Folgen haben könnten (Zavaleta et al. 2001). Das Risiko besteht, dass mit einer solchen Aktion dem Ökosystem mehr geschadet als genutzt wird. Das effektivste Mittel, invasive Arten zu bekämpfen, scheint neben Prävention die frühe Entdeckung der Invasion und schnelle Reaktion auf die Invasion durch Managementmassnahmen zu sein (European Environment Agency 2012). Zwar ist nach einer Invasion häufig ein kurzzeitiger wirtschaftlicher Vorteil zu beobachten, langfristig werden aber Biodiversität und natürliche Ressourcen nachhaltig und über menschliche Generationen hinweg beeinträchtigt (European Environment Agency 2012). Invasive Arten sind eine der wichtigsten Ursachen für die Verringerung der Biodiversität und Veränderungen im Ökosystem (European Environment Agency 2012).

4 Fazit

Die Schwarzmundgrundel hat sich in weiten Teilen Europas und Nordamerikas ausgebreitet. Aufgrund ihrer geringen Grösse und ihres Massenauftretens ist sie für Angler als Zielfisch nicht sehr attraktiv. Da die Schwarzmundgrundel heimische Zielfischarten in vielen Gewässern zurückdrängt und viele Fischer ihr Hobby aufgeben könnten, besteht ein wirtschaftliches Risiko für viele Bereiche. Da sich invasive Arten mit der Zeit in das besiedelte Ökosystem eingliedern, hätte eine komplette Entfernung der invasiven Art unkalkulierbare Risiken und wäre im Fall der Schwarzmundgrundel im Rhein bei Basel nicht wirtschaftlich. Interessensvertreter unterschiedlicher Bereiche haben sich in Basel über eine Strategie zum Umgang mit der invasiven Schwarzmundgrundel im Rhein geeinigt, um die weitere Ausbreitung in Gewässersysteme oberhalb von Basel zu verhindern. Wissenschaftler der Universität Basel forschen über die Ausbreitung der Schwarzmundgrundel durch Sportboote, Fischer, Aquarianer und durch die Fische selbst durch aktives Schwimmen. Am besten lassen sich Invasionen gebietsfremder Arten jedoch bekämpfen, wenn man verhindert, dass sie nicht invasiv werden – durch Prävention.

Dank

Unser Dank gilt den zahlreichen Unterstützern unserer Arbeit, die unsere Forschung ermöglichen. Dies sind insbesondere die Universität Basel, das Bundesamt für Umwelt (BAFU), die Forschungsstelle für Nachhaltige Energie- und Wasserversorgung (FoNEW) und die Kantone Basel-Stadt, Basel-Land, Aargau, Solothurn und Zürich. Wir danken Hans-Peter Jermann, Fischereiaufseher des Kantons Basel-Stadt, für die Unterstützung beim Fischfang. Georg Rauter, Department of Biomedical Engineering der Universität Basel, Peter Reimann, Laurent Marot und Marco Martina, Departement Physik der Universität Basel, leisteten herausragende technische Unterstützung. Ebenfalls bedanken wir uns beim Regioboot-Verein, den Wassersportfreunden Rheinfelden, dem Bootsclub Augst, dem Bootsclub Rheinfelden, der Werft Nautic Solutions in Basel, dem Regioport Basel, der Nautik Schule Basel und dem Rhytaxi Basel für Unterstützung bei Probenahmen und Experimenten.

Literatur

- Björklund M. & Almqvist G. 2010. Rapid spatial genetic differentiation in an invasive species, the round goby *Neogobius melanostomus* in the Baltic Sea. *Biological Invasions* 12(8): 2609–2618.
- Dönni W. 2016. *Schwarzmeergrundeln in der Schweiz: Eine Strategie von KVV und JFK, erstellt durch die AGIN-D*. Online verfügbar: https://mgu.uni-bas.ch/fileadmin/user_upload/mgu/Forschung/Invasionsbiologie/Schwarzmeergrundeln/GruGru_Grundelstrategie_2016_final.pdf [Eingesehen am: 09.05.2019]
- European Environment Agency. 2012. The impacts of invasive alien species in Europe. *EEA Technical Report*, 1–113.
- Hensler S.R. & Jude D.J. 2007. Diel vertical migration of round goby larvae in the Great Lakes. *Journal of Great Lakes Research* 33(2): 295–302.
- Hirsch P.E., N'Guyen A., Adrian-Kalchhauser I. & Burkhardt-Holm P. 2015. What Do We Really Know about the Impacts of One of the 100 Worst Invaders in Europe? A Reality Check. *Ambio*: 267–279.
- Hulme P.E. 2009. Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of applied ecology* 46(1): 10–18.
- Kalchhauser I., Mutzner P., Hirsch P.E., and Burkhardt-Holm P. 2013. Arrival of round goby *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) and bighead goby *Ponticola kessleri* (Günther, 1861) in the High Rhine (Switzerland). *BioInvasions Records* 2(1): 79–83.
- Kornis M. S., Mercado-Silva N. & Vander Zanden M.J. 2012. Twenty years of invasion: a review of round goby *Neogobius melanostomus* biology, spread and ecological implications. *Journal of fish biology* 80(2): 235–285.
- Padilla D.K. & Williams S.L. 2004. Beyond ballast water: aquarium and ornamental trades as sources of invasive species in aquatic ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2(3): 131–138.
- Zavaleta E.S., Hobbs R.J. & Mooney, H.A. 2001. Viewing invasive species removal in a whole-ecosystem context. *Trends in Ecology & Evolution* 16(8): 454–459.