

Projekt ArKoNaVera: sechs Jahre Artenschutz für die Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*)

Ergebnisse eines Forschungs- und Umsetzungsvorhabens in Sachsen und Bayern

The ArKoNaVera project: Six years of species conservation
for the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*)

Results of a research and implementation project in Saxony and Bavaria

Franziska Jecke, Marco Denic, Helmut Bayerl, Thomas Findeis, Jürgen Geist,
Felix Grunicke, Thomas Schmidt, Annekatriin Wagner und Thomas Ulrich Berendonk

Zusammenfassung

Die Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*) gilt in Deutschland als vom Aussterben bedroht und ist eine nationale Verantwortungsart. Daher steht sie besonders im Fokus des Artenschutzes. Die Forschungs- und Umsetzungspartner des Projekts ArKoNaVera, das gemeinsam vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesumweltministeriums (BMUV) sowie vom Bundesforschungsministerium (BMBF) gefördert wurde, engagierten sich von 2015 bis 2021 maßgeblich für die Populationsstützung der Flussperlmuschel in Niederbayern und im sächsischen Vogtland. Unter wissenschaftlicher Begleitung wurden die bestehenden Nachzuchtprogramme in beiden Gebieten intensiviert und wichtige Fließgewässerhabitate aufgewertet. Neben einer über 6.000 Tiere starken Nachzucht zur Inventur 2021 gehört auch der Nachweis hoher Überlebensraten ausgewildelter Tiere zu den Ergebnissen. Des Weiteren wurde ein Entscheidungshilfegerät entwickelt, mit dem sowohl geeignete Auswilderungsstellen als auch Defizite an bestehenden Flussperlmuschelgewässern identifiziert werden können. Mehr als 100 öffentliche Veranstaltungen erreichten nachweislich auch einen großen Personenkreis, für den die Gefährdung von Flussperlmuscheln und ihrer Habitate sowie die Schutzbemühungen neu waren.

Artenschutz – Flussperlmuschel – Bachforelle – halbnatürliche Nachzucht – Fließgewässerrenaturierung

Abstract

The freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) is considered critically endangered in Germany and is a species of national responsibility. Therefore, it is a particular focus of species conservation. The research and nature conservation partners of the ArKoNaVera project made major contributions to supporting the populations of the freshwater pearl mussel in Lower Bavaria and in the Vogtland region of Saxony from 2015 to 2021. The project was funded jointly by the Federal Agency for Nature Conservation (BfN), deploying funds from the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection (BMUV), and the Federal Ministry of Education and Research (BMBF). Under scientific supervision of the research partners, the existing captive breeding programmes were intensified and several river habitats were improved. The stock inventory in 2021 found that more than 6,000 mussels were reared. Furthermore, a high survival rate of released captive-bred mussels was proven. A new decision-support tool now helps to find river sections suitable for the release of juvenile mussels and to identify critical points within existing mussel habitats. More than 100 public relations activities informed a broad audience about the significance of the freshwater pearl mussel and its threats. By means of these efforts, many people were confronted with the situation of mussels and their habitats for the first time.

Species conservation – Freshwater pearl mussel – Brown trout – Captive breeding – Restoration of running waters

Manuskripteinreichung: 11.10.2021, Annahme: 16.5.2022

DOI: 10.19217/NuL2022-08-01

1 Gefährdungssituation der Flussperlmuschel und Schutzstrategie

Die Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*) ist eine hochspezialisierte Art, die früher in Deutschland v.a. in kalkarmen Mittelgebirgsbächen weit verbreitet war und dort dichte Populationen bildete. Sie benötigt optimalerweise Gewässer, die sich nach den Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie in einem sehr guten ökologischen Zustand befinden, also Trinkwasserqualität haben, und über vielfältige Habitatstrukturen verfügen, die sowohl ihr selbst

als auch ihrem Wirtsfisch, der Bachforelle (*Salmo trutta fario*), und anderen, z. T. hochgradig gefährdeten Fließgewässerorganismen geeignete Mikrohabitate bieten (Hastie et al. 2000; Denic, Geist 2017). Aufgrund ihrer sehr langen Generationszeit und der spezifischen Einnischung konnte sich die Flussperlmuschel an die vielfältigen Veränderungen ihres Lebensraums – z. B. durch Abwasser, Sediment- und Nährstoffeinträge, flussbauliche Maßnahmen, Flächenversiegelung oder Trockenlegung von Feuchtplätzen – nur unzureichend anpassen. Vor allem die aus erhöhter Erosion resultierende Zunahme der Feinsedimentfrachten in den Gewässern




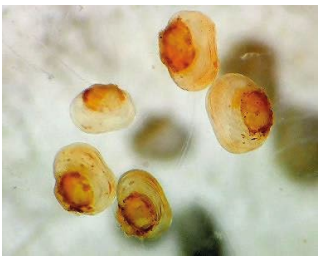


	Drahtgitterröhrchen	Lochplatten/Buddensiek-Käfige	Kieskäfige
			
Käfiggröße	7 cm, Ø 2,2 cm	50 Löcher à 10 mm	Verschieden
Alter der Tiere in Jahren	0 – 1 	0 – 4 	9 – 15 
Anzahl Tiere pro Käfig	20 – 60 juvenile Tiere	25 – 80 juvenile Tiere	15 semiadulte Tiere
Exposition der Käfige	Interstitial (2 – 7 cm Tiefe)	Fließende Welle	Fließende Welle auf Substrat
Füllung	Sediment (Korngröße 2,0 – 6,3 mm)	Detritus	Sediment (Korngröße 2 – 15 mm)
Untersuchungsjahre	2017 – 2019	2016 – 2021	2016 – 2021
Zeitraum	9 Wochen (Juni – August)	9 Wochen (Juni – August) 9 Monate (September – Mai)	9 Wochen (Juni – August) 9 Monate (September – Mai)
Anzahl Gewässer	5 – 6	5 – 7	5 – 7
Replikate	3	3	2

Abb. 1: Übersicht zu den Methoden der Bioindikation im Projekt ArKoNaVera. (Fotos: Felix Grunicke)

Fig. 1: Overview of the bioindication methods applied in the ArKoNaVera project.

führte zu einer verminderten Substratqualität, wodurch die mehrjährige Jungmuschelphase im Interstitial, dem Kieslückensystem am Bachgrund, nicht mehr erfolgreich durchlaufen werden kann (Geist, Auerswald 2007; Österling, Höberg 2014).

Nur dank ihrer langen Lebensdauer von etwa 100 Jahren in Mitteleuropa sind trotz der seit Jahrzehnten fehlenden Reproduktion noch reliktartige, aber grundsätzlich reproduktionsfähige Populationen, meist bestehend aus wenigen hundert Individuen, vorhanden. Der heutige Verbreitungsschwerpunkt in Deutschland liegt in Bayern, weitere bedeutende Einzelvorkommen finden sich in Sachsen, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen. Der ausbleibende Nachwuchs erfordert für die Erhaltung der Flussperlmuschel folglich eine zweigleisige Strategie aus kurz- und langfristigen Elementen, die genetische und ökologische Aspekte berücksichtigen (Geist 2010). Diese wurden in zwei Gebieten in Niederbayern und im Vogtland in Sachsen im Projekt „ArKoNaVera – Umsetzung regionaler Schutzmaßnahmen und Entwicklung eines neuen überregionalen Artenschutzkonzeptes für die nationalen Verantwortungsarten: Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*) und Malermuschel (*Unio pictorum*)“ beispielhaft implementiert. Zur kurzfristigen Sicherung und Verjüngung der Zielpopulationen wurden Nachzuchtprogramme in den beiden Projektgebieten unter Einbeziehung populationsgenetischer Informationen optimiert, um die Bestände durch Besatz zu stützen. Gleichzeitig wurden Maßnahmen zur Habitataufwertung

mit dem mittel- bis langfristigen Ziel einer Wiederherstellung sich natürlich reproduzierender und sich selbst erhaltender Flussperlmuschelpopulationen umgesetzt. Alle Maßnahmen wurden durch intensive Öffentlichkeitsarbeit sowie eine umfassende wissenschaftliche Begleitung von vier Forschungspartnern flankiert.

2 Ergebnisse der Nachzucht

Am Beginn der sog. „halbnatürlichen“ Nachzucht steht die Gewinnung der Glochidien (Muschellarven) trächtiger Muschelweibchen. Anschließend werden die Muschellarven mit Bachforellen zusammengebracht, an deren Kiemen sie sich anheften. Es folgt eine etwa zehnmonatige Lebensphase, die die Muschellarven parasitisch auf den Kiemen der Bachforellen verbringen. In dieser Phase entwickeln sich die Muschellarven zu Jungmuscheln. Nach Abschluss der Larvalphase fallen die Jungmuscheln im Frühjahr des Folgejahrs von den Wirtsfischen ab. In diesem Zeitraum werden die Fische in Rundstrombecken bzw. Aquarien gehalten, deren Ablaufwasser durch Siebe geleitet wird. So können die zu Beginn rund 0,4 mm kleinen Jungmuscheln aufgefangen werden.

Je nach Erntemethode und aktuellem Zustand der jeweiligen Aufzuchtgewässer beginnt die Aufzucht der Jungmuscheln mit einer mehrmonatigen Fütterungsphase im Labor, in der v.a. natürlicher Detritus und Algen zum Einsatz kommen. Die Fütterungs-

phase ist zur Erhöhung der Überlebenschancen des ersten Winters essenziell. Nach der Ernte bzw. der optionalen Fütterungsphase werden die Jungmuscheln ab einer Größe von 1 mm (Gum et al. 2011) zur Aufzucht in speziellen Lochplatten (auch Buddensiek-Käfige genannt, Buddensiek 1995) und anschließend in Kieskäfigen (Abb. 1) in die späteren Auswilderungsgewässer gesetzt und über mehrere Jahre manuell von Feinsedimenten freigehalten.

Begleitend durchgeführte Analysen legen nahe, dass besonders eine Nahrung, die reich an langkettigen Omega-3-Fettsäuren ist und ein hohes Verhältnis von Omega-3-Fettsäuren gegenüber Omega-6-Fettsäuren beinhaltet, für die Ernährung der Jungmuscheln zuträglich ist und auch bei der Nachzucht verstärkt zugeführt werden sollte (Grunicke et al. in Vorb.). Die Erkenntnis, dass terrestrisches organisches Material wichtig für das Wachstum juveniler Muscheln ist, unterstreicht die Bedeutung der engen Land-Wasser-Vernetzung günstiger Perlmuschelhabitate und verdeutlicht gleichzeitig die Notwendigkeit, im Muschelschutz das gesamte Einzugsgebiet in die Schutzmaßnahmen einzubeziehen (Hruška 1999; Geist et al. 2005; Brauns et al. 2021). Für die Beurteilung des aktuellen Zustands der Zielgewässer und der dortigen Nahrungsverfügbarkeit wurden experimentell ermittelte Wachstums- und Überlebensraten der Jungmuscheln (siehe Abschnitt 3) herangezogen.

Die Überlebensrate der Flussperlmuschel ist v.a. in frühen Altersstadien – auch unter natürlichen Bedingungen und in unbelasteten Gewässern – sehr niedrig. So ermittelten Young, Williams (1984a) eine Überlebensrate für Glochidien von 0,0002 % und eine Überlebensrate für Jungmuscheln von 5 % (Young, Williams 1984b). Insgesamt wird angenommen, dass nur eine geschlechtsreife Muschel aus 100 Mio. Glochidien hervorgeht (Bauer 2001). Entsprechend ist der Aufwand in der Nachzucht groß, das Überleben der Muscheln in den ersten Lebensjahren zu sichern – insbesondere, da die Habitate aktuell noch mehr oder minder stark beeinträchtigt sind. Dieser Umstand macht eine etwa fünfjährige Aufzuchtphase erforderlich. Erst nach Abschluss der Juvenilphase im Interstitial sind die Jungmuscheln mit einer Größe zwischen 15 und 25 mm unter den aktuellen Bedingungen für ein eigenständiges Überleben in den natürlichen Habitaten gewappnet.

Zu Projektende befanden sich über 6.000 in ArKoNaVera nachgezüchtete und in Käfigen gehaltene Muscheln im Alter von 1 bis 5 Jahren in den Aufzuchtgewässern (Tab. 1). Insgesamt 4.445 Individuen, die zum Großteil aus Vorgängerprojekten stammten, wurden im Projektzeitraum ausgewildert. Im bayerischen Projektgebiet waren es 2.904 etwa 4–10 Jahre alte Tiere. Im sächsischen Projektgebiet wurden die am besten geeigneten Auswilderungsgewässer und v.a. die Mesohabitate erst im Projekt ArKoNaVera bestimmt. Daher wurde die vorhandene Nachzucht noch vergleichsweise lange in Hälterungskäfigen gepflegt. Im Mai 2020 wurden 1.541 Tiere im Alter zwischen 10 und 15 Jahren ausgewildert.

Die eher geringe Überlebensrate in den ersten Lebensjahren bedingt vergleichsweise geringe Auswilderungszahlen, da natürliche Auslese und nachteilige Umwelteinflüsse bis hin zu den Auswirkungen des Klimawandels während der Aufzucht ihren Tribut fordern. Außerdem hat sich in den vergangenen Jahren gezeigt, dass sommerliches Niedrigwasser bis hin zu partiell ausgetrockneten Bächen und zu hohe sommerliche Gewässertemperaturen (21–26 °C)

mit entsprechend niedrigen Sauerstoffgehalten das Überleben der nachgezüchteten Flussperlmuscheln in den Lochplatten im Gewässer erschweren. Die Untersuchungen im sächsischen Vogtland zeigten, dass dort die besten Wachstumsbedingungen für Jungmuscheln in einem Wassertemperaturbereich von 14,5 bis 21,0 °C lagen, verbunden mit regelmäßigen, aber moderaten Niederschlägen.

Neben der optimalen Anpassung an die Auswilderungsgewässer durch die direkte Aufzucht der Muscheln in Käfigsystemen in diesen Gewässern wird in den beiden Nachzuchtprogrammen in Sachsen und Bayern großer Wert auf die Erhaltung des Genpools und des evolutiven Potenzials der verschiedenen Perlmuschelpopulationen gelegt. Insbesondere soll sichergestellt werden, dass sich keine nachzuchtbedingte Verminderung der genetischen Vielfalt oder eine unbeabsichtigte genetische Differenzierung zwischen den Jungmuscheln und ihren jeweiligen Ursprungspopulationen einstellt. Basierend auf genetischen Analysen konnten derartige Effekte für die Nachzuchtbemühungen im Rahmen des Projekts ausgeschlossen werden und es wurde sichergestellt, dass genetisch besondere Populationen in der Nachzucht speziell berücksichtigt werden (Geist et al. 2021).

Auch der Nachweis, dass mit Nachzucht und anschließender Auswilderung der Aufbau einer neuen Flussperlmuschelgeneration in einem historischen Muschelgewässer möglich ist, wurde für das Vogtland im Rahmen von ArKoNaVera erstmalig quantitativ erbracht. In einem mehrere hundert Meter langen Abschnitt, in dem in den Jahren 2008 und 2009 ca. 2.000 nachgezüchtete Tiere ausgewildert wurden, konnte knapp zehn Jahre später eine Überlebensrate von ca. 30 % ermittelt werden. Dieser Wert ist ein Erfolg, da sich die Muscheln zum Zeitpunkt der Auswilderung mit 4–5 Jahren in einem Alter befanden, in dem auch unter optimalen Bedingungen noch eine relativ hohe natürliche Mortalität zu verzeichnen ist.

3 Charakterisierung geeigneter Habitate durch Bioindikation

Das Kernelement der gewässerinternen Analysen bildeten Untersuchungen mit lebenden Muscheln, sog. Bioindikationsexperimente. Begonnen wurde 2016 in sieben potenziell geeigneten historischen Flussperlmuschelgewässern im Vogtland. Es wurden postparasitäre (Zeitraum vom Abfallen vom Fisch bis zum Beginn des ersten Winters), juvenile (ab dem ersten Winter bis etwa zum fünften Lebensjahr) und semiadulte (etwa vom fünften bis fünfzehnten Lebensjahr) Flussperlmuscheln aus dem sächsischen Nachzuchtprogramm verwendet. Die postparasitären Tiere wurden in Lochplatten/Buddensiek-Boxen in der fließenden Welle exponiert. Zusätzlich wurden die 0–1-jährigen Flussperlmuscheln in Drahtgitterröhrchen ins Interstitial (etwa 5 cm Tiefe) eingegraben, um die Eignung des Substrats zu prüfen. Weiterhin wurden semiadulte Flussperlmuscheln, die mehr als zehn Jahre alt waren, in Käfigen mit Kiesfüllung auf die Substratoberflächen ausgebracht (Abb. 1). Nach dreimonatiger Exposition im Sommer wurden jeweils die Wachstums- und Überlebensraten erfasst. Anschließend wurden die Ergebnisse zwischen den Gewässern, Jahren sowie verschiedenen zum Altersstadien und genetischen Linien miteinander verglichen. Es zeigte sich, dass im meteorologisch günstigen Jahr 2017 das Überleben

Tab. 1: Zahl der im Projekt ArKoNaVera nachgezüchteten Individuen der Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*) geordnet nach Herkunft und Jahrgängen als Ergebnis der Inventur im Frühjahr 2021.

Table 1: Number of reared individuals of freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera*) during the ArKoNaVera project, sorted by origin and year according to the inventory in spring 2021.

Gewässer	Zuchtjahrgang					Summe nachgezüchteter Tiere zur Inventur 2021
	2016	2017	2018	2019	2020	
	Jahrgangsstärke zur Inventur 2021					
Fünf Gewässer in Niederbayern	249	41	287	1.025	2.386	3.988
Vier Gewässer im Vogtland	249*	203	72	81	1.583	2.188
Summe im Projekt ArKoNaVera	498	244	359	1.106	3.969	6.176

* mit Zuchtjahrgang 2015

Tab. 2: Grundkonzept des im Projekt ArKoNaVera entwickelten Entscheidungshilfwerkzeugs zur Priorisierung geeigneter Habitate zur Wiederansiedlung der Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*).

Table 2: General approach of the decision-support tool developed within the ArKoNaVera project for prioritisation of habitats suitable for reintroduction of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*).

Verfahren	Räumlicher Bezug	Datenbasis	Beispielkriterien
1 QGIS-Modell zum Vergleich gewässer-spezifischer Messdaten und Shape-Files aus Datenbanken mit Zielwerten für Flussperlmuscheln	Teileinzugsgebiet bis 100-m-Teilabschnitt	STRUKA 2016 ATKIS-Daten	Ortslage
		Datenportal iDA (für Sachsen)	Chemisch-physikalische Parameter
		Fischkataster	Vorkommen Wirtsfisch
2 Vor-Ort-Verfahren	Mindestens 300-m-Teilabschnitt bis Mesohabitat (10 m)	Liste mit Ausschlusskriterien und Kartieranleitung mit dreistufiger Bewertungsskala	Gewässerprofil, Sohlbeschaffenheit, Substrat im Untergrund, Uferstabilität, Uferbewuchs

STRUKA = Gewässerstrukturgütekartierung, ATKIS = Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem, iDA = interdisziplinäre Daten und Auswertungen (<https://www.umwelt.sachsen.de/datenportal-ida-4626.html>)

in den Lochplatten und Käfigen aller Gewässer sehr gut war. Jedoch waren die juvenilen Flussperlmuscheln in den Drahtgitterröhrchen und damit im Interstitial in einem Bach trotz der guten Witterungsbedingungen nicht überlebensfähig. Im Jahr 2018 kam eine lang anhaltende Austrocknung des Bachbetts hinzu, infolgedessen dieser und noch ein zweiter Bach als für die Auswilderung ungeeignet eingestuft und nicht weiter untersucht wurden.

Parallel zu den Bioindikationsexperimenten wurden wesentliche physikalisch-chemische Parameter in der fließenden Welle und im Interstitial im Bereich der Bioindikationsstellen erfasst. Aus der statistischen Auswertung der biotischen und abiotischen Parameter konnten Steuerfaktoren ermittelt werden, die für das Überleben und Wachstum der Flussperlmuscheln wichtig sind – etwa die Konzentration an Ammonium und Nitrit, der Mindestgehalt an



Abb. 2: Beispielhafte Maßnahmenumsetzung zur Strukturverbesserung von Fließgewässern: In einem monotonen, versandeten Abschnitt mit starken Uferabbrüchen wurde durch Uferabflachung (a, b) zunächst die Vernetzung mit der Aue verbessert. Anschließend wurde durch Einbau von Strukturelementen (hier: Störsteine und Grobgeschiebe) ein abwechslungsreich strukturierter Gewässerabschnitt mit vielfältigem Substrat und unterschiedlichen Strömungsverhältnissen geschaffen (c, d), der für Muscheln und andere Organismen geeignete Mikrohabitate bietet. (Fotos: a, b, c: Marco Denic, d: Franziska Jecke)

Fig. 2: Examples of habitat reconstruction measures: In a first step, the river banks of a previously monotonous, silted river section with strong side erosion were flattened (photos a, b) and thus better connected to the flood plain. In a second step, structural elements (here: boulders and coarse bed-load) were emplaced (photo c). As a result, a diversely structured river section with microhabitats and varied substrate (photo d) suitable for mussels and other organisms was created.



Abb. 3: Mäander und abgetragener Oberboden dienen dem Wasserrückhalt sowie der Entwicklung einer der Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera*) zuträglichen, krautreichen Vegetation: a) während der Renaturierungsmaßnahme, b) im ersten Jahr nach dem Eingriff im Frühjahr, c) im zweiten Jahr nach dem Eingriff im Sommer. (Fotos: a, c: Thomas Findeis, b: Franziska Jecke)

Fig. 3: Meander and removed topsoil serve water retention and the development of a vegetation suitable for freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera*): a) during the restoration measure, b) in the first year after the measure in spring, c) in the second year after the measure in summer.

Sauerstoff sowie der für die Flussperlmuschel optimale Bereich des pH-Werts und der Wassertemperatur. Darauf aufbauend konnten auch die Zielwerte bzw. -bereiche sowohl für juvenile als auch für adulte Tiere abgeleitet werden. Diese Werte bilden die Grundlage für die Definition der ökologischen Nische der juvenilen und adulten Flussperlmuscheln und damit auch für die Definition der Zielwerte bzw. Zielbereiche für chemisch-physikalische Parameter sowie für die Habitatqualität, die für die Auswahl von Mesohabitaten zur Auswilderung der Flussperlmuscheln wichtig sind (siehe Abschnitt 4).

4 Entscheidungshilfwerkzeug zur Auswahl von Gewässerabschnitten für die Wiederansiedlung der Flussperlmuschel

Um potenzielle Fließgewässer für die Wiederansiedlung von Flussperlmuscheln abgestuft bewerten zu können, wurde ein GIS-basiertes Entscheidungshilfwerkzeug (EHW) entwickelt (Tab. 2). Das EHW ermöglicht es, mithilfe standardisierter Bewertungskriterien Gewässerabschnitte zu identifizieren, die eine ausreichende Länge aufweisen und aufgrund ihrer morphologischen sowie physikochemischen Beschaffenheit geeignet sind. Das EHW umfasst (1) ein QGIS-Modell zum Vergleich gewässerspezifischer Messdaten aus Datenbanken und GIS-Shapes mit den Zielwerten für Flussperlmuscheln und (2) Vor-Ort-Verfahren zur Priorisierung potenziell geeigneter Gewässerabschnitte.

Das QGIS-Modell des EHW klassifiziert alle Gewässerabschnitte als ungeeignet, in denen mindestens ein Ausschlusskriterium (Ortslage, Ackerlandnutzung in Gewässernähe, fehlender Wirtsfisch) zutrifft. Im zweiten Schritt wird geprüft, ob die gewässerspezifischen Messdaten zu chemisch-physikalischen Parametern innerhalb der Grenzen der für die Flussperlmuschel definierten Zielbereiche für den „sehr guten“ oder „guten“ Zustand liegen; zu den chemisch-physikalischen Parametern zählen dabei Gesamthärte, Konzentration von Calcium, Magnesium, Gesamt-Phosphor, Nitrat-Stickstoff, Ammonium-Stickstoff, Nitrit-Stickstoff und Sauerstoff sowie Leitfähigkeit, Trübung, biochemischer Sauerstoffbedarf, Sauerstoffsättigung, pH-Wert und Wassertemperatur. Im dritten Schritt wird mit einer Bewertungsmatrix aus acht Strukturparametern (wie Strömungsdiversität, Tiefenvarianz, Substratdiversität, Sohlenstrukturen) die Habitateignung ermittelt.

Die Vor-Ort-Verfahren basieren auf der Kombination von Methoden zur Kartierung und Bewertung der Habitatqualität in den Gewässerabschnitten, die mithilfe des QGIS-Modells als potenziell geeignet für die Auswilderung der Flussperlmuschel eingestuft wurden. Im Ergebnis liegt eine Rangfolge der Eignung der Gewässerabschnitte und Mesohabitate als Lebensraum sowohl für juvenile als auch für adulte Flussperlmuscheln sowie den Wirtsfisch Bachforelle vor.

Ziel des EHW ist es, die Wahrscheinlichkeit zu maximieren, dass sich aus der Nachzucht eine stabile, sich selbst reproduzierende Flussperlmuschelpopulation im Gewässer aufbaut. Zur Risikostreuung sollten innerhalb eines Teileinzugsgebiets bzw. innerhalb einer Bewirtschaftungseinheit (Bezug zu genetischer Linie) immer mehrere Gewässerabschnitte besiedelt werden. Zusätzlich bietet das EHW auch die Möglichkeit, gezielte Managementmaßnahmen für Gewässerabschnitte abzuleiten, die nicht als Auswilderungstrecke priorisiert wurden. Das EHW wird allen potenziellen Nutzerinnen und Nutzern über die Webseite <https://www.flussmuscheln.de> bereitgestellt.

5 Flächenmanagement zur Verbesserung der Flussperlmuschelhabitate

Das wesentlichste Habitatdefizit in den Zielgewässern ist der Mangel an geeigneten Substraten, der häufig durch ein Zusammenwirken mehrerer hydromorphologischer Faktoren verursacht wird. In ArKoNaVera fokussierte man sich zunächst auf Defizite, die mit kleinräumigen und kurzfristig wirksamen Maßnahmen verringert werden können (Abb. 2). So sind viele Gewässerabschnitte aufgrund wasserbaulicher Korrekturen wie Laufverlegung oder Begradigung sowie durch die Entfernung von Strukturelementen monoton und teilweise eingetieft. Daraus resultiert zum einen eine verstärkte Ufererosion. Diese konnte zumindest streckenweise durch Uferabflachungen behoben werden, die gleichzeitig zu einer verbesserten Vernetzung mit den Auenbereichen und einem Nettoaustrag an Feinsedimenten aus dem Gewässer führen. Zusätzlich wird dadurch bei erhöhten Wasserständen der Abfluss in diesen Abschnitten verlangsamt und so der Wasserrückhalt gefördert. Zum anderen wurde durch den Einbau von Strukturelementen wie Wurzelstöcken, grobem Geschiebe und Störsteinen das Angebot an stabilen Mikrohabitaten für Muscheln sowie Einständen und Laicharealen für Bachforellen und andere Fischarten sowie für weitere biotoptypische Arten erhöht.

In zwei Fällen wurden begradigte Gewässerabschnitte wieder ihrem ursprünglichen Verlauf angenähert und dadurch deren Lauflänge deutlich erhöht (Abb. 3). Im Zuge der Umsetzung derartiger Maßnahmen konnten auch regelmäßig Synergieeffekte genutzt werden. Im Vogtland konnte bspw. im Umfeld der neu angelegten Mäander der selten gewordene Teufelsabbiss (*Succisa pratensis*), eine spät blühende Hochstaude, angesiedelt werden. Der vom Aussterben bedrohte Goldene Scheckenfalter (*Euphydryas aurinia*) braucht den Teufelsabbiss im Raupenstadium zwingend als Futterpflanze. Wie die Flussperlmuschel ist der Goldene Scheckenfalter eine nationale Verantwortungsart, für deren Schutz sich ein weiteres Projekt mit der Förderung des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) mit

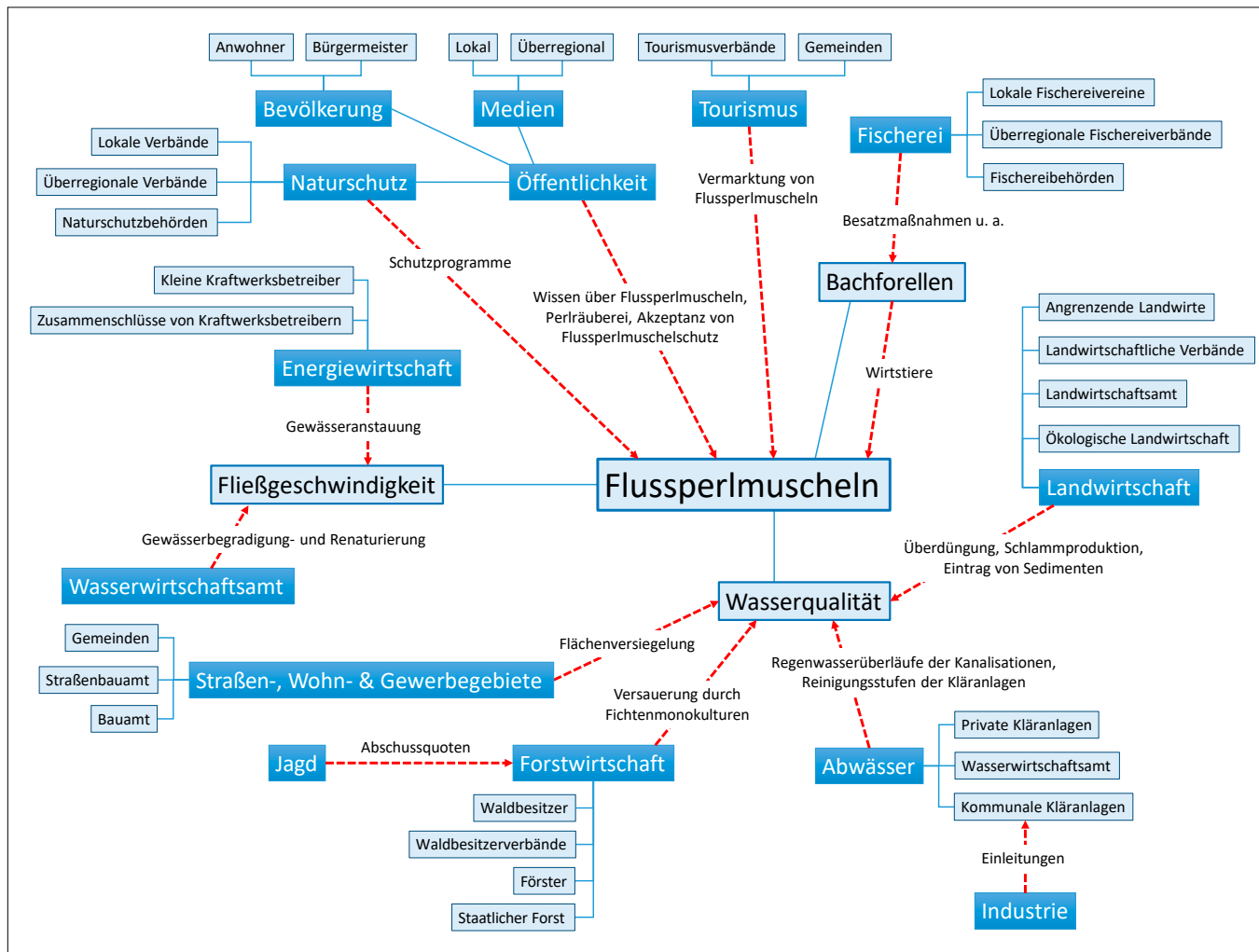


Abb. 4: Netzwerkgraphik basierend auf der Stakeholderanalyse im bayerischen Projektgebiet (bei Personenbezeichnungen sind alle Geschlechter gemeint).

Fig. 4: Network graphic based on the stakeholder analysis in the Bavarian project area (designations of persons refer to all genders).

Mitteln des Bundesumweltministeriums (BMUV) im Rahmen des Bundesprogramms Biologische Vielfalt (BPBV) engagiert (Findeis 2022; weitere Informationen unter <http://www.schneckenfalter.de>).

6 Öffentlichkeitsarbeit und Umweltbildung

Im Rahmen der Öffentlichkeits- und Umweltbildungsmaßnahmen wurde die interessierte Öffentlichkeit über die Hintergründe und Ergebnisse des Flussperlmuschelschutzes informiert, um eine breite gesellschaftliche Unterstützung der Maßnahmen sicherzustellen und insgesamt zu einem höheren gesellschaftlichen Bewusstsein für die biologische Vielfalt im Sinne der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt beizutragen. Hierfür wurden verschiedene Informationsmaterialien wie Faltblätter, mobile und stationäre Ausstellungsformate sowie je ein Themenweg in Sachsen und Bayern gestaltet. Neben einer breit angelegten Pressearbeit lag ein wesentlicher Schwerpunkt auf Veranstaltungsangeboten, bei denen sich die Öffentlichkeit aus erster Hand über die Projektarbeit informieren konnte. Das Hauptaugenmerk lag auf Kindern und Familien mit dem Ziel, diesen mit Führungen und Exkursionsformaten aktive Naturerlebnisse für nachhaltige Lerneffekte zu vermitteln. Insgesamt wurden über die sechsjährige Projektlaufzeit 112 derartige Veranstaltungen mit durchschnittlich jeweils 29 Personen durchgeführt. Die Veranstaltungen wurden durch Vortragsabende ergänzt, häufig auch begleitend zu Ausstellungen über die Flussperlmuschel.

Bei Befragungen der Exkursionsteilnehmerinnen und -teilnehmer zeigte sich, dass deren Informationsstand zur Gefährdung der Flussperlmuschel je nach Personenkreis sehr unterschiedlich war. Der Anteil an Personen, die angaben, dass sie noch nichts darüber gehört hätten, schwankte zwischen 12 % und 29 %. Besonders gering war der Anteil bei Veranstaltungen, die sich allgemein mit freiem Zugang an die Öffentlichkeit richteten. Hier schien häufig der Wunsch nach einer weiteren Vertiefung der Kenntnisse zur Teilnahme zu motivieren. Um weniger naturbegeisterte Personenkreise zu erreichen, erwiesen sich gruppenspezifische Veranstaltungsangebote, wie z. B. Schulexkursionen oder Ferienprogramme, als effektiv, da hier stets ein signifikanter Anteil der Teilnehmerinnen und Teilnehmer keine oder nur geringe Vorkenntnisse aufwies.

Direkt von den Projektmaßnahmen betroffene Personen wurden in der Regel persönlich kontaktiert, um sie von Beginn an in die Umsetzung einzubinden. Zur Identifikation der wichtigsten Zielgruppen und zur Erfassung ihrer Einstellung gegenüber dem Flussperlmuschelschutz wurden basierend auf Experteninterviews Netzwerkanalysen durchgeführt (Abb. 4). Es zeigte sich, dass häufig eine grundsätzliche Sympathie für das Projekt vorhanden war, jedoch teilweise auch äußere Faktoren die Kooperationsbereitschaft beeinflussen. So wird häufig nicht genauer zwischen einzelnen Naturschutzthemen differenziert, wodurch positive wie negative Erfahrungen aus anderen Themenfeldern des Natur- und Umweltschutzes auf den Muschelschutz übertragen werden. Darüber hinaus besteht v.a. bei der bedeutenden Zielgruppe der Landwirtinnen

und Landwirte aufgrund der allgemein zahlreichen behördlichen Anforderungen und staatlichen Reglementierungen ein Ohnmachtsgefühl, wodurch teilweise trotz einer grundsätzlich vorhandenen Kooperationsbereitschaft kaum Spielräume für Veränderungen gesehen werden. Tendenziell zeigten die Befragungen am Ende des Projekts eine Zunahme der Unterstützungsbereitschaft, wozu die bisherige Zusammenarbeit und eine entsprechende Kommunikationsstrategie der Projektverantwortlichen beigetragen hat (weitere Informationen unter http://www.flussmuscheln.de/files/bericht3_2021_1.pdf).

7 Ausblick

Das Projekt ArKoNaVera hat wichtige Bausteine zur Erhaltung der Flussperlmuschel geliefert. Aber v. a. die Witterungsextreme aus Hochwässern und Dürren haben die Defizite im Lebensraum – besonders mangelnder Wasser- und Sedimentrückhalt im Einzugsgebiet – noch einmal verstärkt und das Überleben der Nachzucht erschwert. Um den Schutz der Flussperlmuschel deutschlandweit weiter zu stärken und zu bündeln, fördert das BfN mit Mitteln des BMUV daher seit 2021 das Nachfolgeprojekt „*Margaritifera* Restoration Alliance – MARA“ im Rahmen des BPBV. Erstmals liegt dabei der Fokus auf allen deutschen Flussperlmuschelvorkommen, in denen diese stark gefährdete Art nachgezüchtet wird: dem sächsischen und bayerischen Vogtland, Niederbayern, der Oberpfalz und der Eifel. In dem Verbundprojekt MARA werden neben der Muschelnachzucht und breiten Öffentlichkeitsarbeit v. a. umfassende Habitataufwertungen und Landnutzungsänderungen besonders zum Wasser- und Sedimentrückhalt angestoßen. Weitere Informationen werden unter <http://www.flussmuscheln.de> bereitgestellt.

8 Literatur

- Bauer G. (2001): Factors affecting naiad occurrence and abundance. In: Bauer G., Wächter K. (Hrsg.): Ecology and evolution of the freshwater mussels Unionida. Springer. Berlin: 155 – 162.
- Brauns M., Berendonk T. et al. (2021): Stable isotopes reveal the importance of terrestrially derived resources for the diet of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 31(9): 2.496 – 2.505. DOI: 10.1002/aqc.3619
- Buddensiek V. (1995): The culture of juvenile freshwater pearl mussels *Margaritifera margaritifera* L. in cages: A contribution to conservation programmes and the knowledge of habitat requirements. Biological Conservation 74(1): 33 – 40.
- Denic M., Geist J. (2017): The freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in Bavaria, Germany. Population status conservation efforts and challenges. Biology Bulletin 44(1): 61 – 66. DOI: 10.1134/S1062359017010034
- Findeis T. (2022): Der Goldene Scheckenfalter (*Euphydryas aurinia*) – gefährdeter Grenzgänger am Grünen Band. Natur und Landschaft 97(4): 212 – 214.
- Geist J. (2010): Strategies for the conservation of endangered freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera*): A synthesis of conservation genetics and ecology. Hydrobiologia 644(1): 69 – 88. DOI: 10.1007/s10750-010-0190-2
- Geist J., Auerswald K. (2007): Physicochemical stream bed characteristics and recruitment of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*). Freshwater Biology 52(12): 2.299 – 2.316. DOI: 10.1111/j.1365-2427.2007.01812.x
- Geist J., Auerswald K., Boom A. (2005): Stable carbon isotopes in freshwater mussel shells: Environmental record or marker for metabolic activity? Geochimica et Cosmochimica Acta. 69(14): 3.545 – 3.554. DOI: 10.1016/j.gca.2005.03.010
- Geist J., Bayerl H. et al. (2021): Securing genetic integrity in freshwater pearl mussel propagation and captive breeding. Scientific Reports 11(1): 16019. DOI: 10.1038/s41598-021-95614-2

- Grunicek F., Wagner A. et al. (in Vorb.): Wetland detritus vs. stream detritus – Food quality determines fitness of juvenile freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera*). Freshwater Biology: eingereicht.
- Gum B., Lange M., Geist J. (2011): A critical reflection on the success of rearing and culturing of juvenile freshwater mussels with a focus on the endangered freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 21: 743 – 751. DOI: 10.1002/aqc.1222
- Hastie L.C., Boon P.J., Young M.R. (2000): Physical microhabitat requirements of freshwater pearl mussel, *Margaritifera margaritifera* (L.). Hydrobiologia 429(1): 59 – 71. DOI: 10.1023/A:1004068412666
- Hruška J. (1999): Nahrungsansprüche der Flussperlmuschel und deren halb-natürliche Aufzucht in der Tschechischen Republik. Helderia 4(6): 69 – 79.
- Österling M.E., Högberg J.O. (2014): The impact of land use on the mussel *Margaritifera margaritifera* and its host fish *Salmo trutta*. Hydrobiologia 735(1): 213 – 220. DOI: 10.1007/s10750-013-1501-1
- Young M., Williams J. (1984a): The reproductive biology of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (Linn.) in Scotland. I. Field studies. Archiv für Hydrobiologie 99(4): 405 – 422.
- Young M., Williams J. (1984b): The reproductive biology of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (Linn.) in Scotland. II. Laboratory studies. Archiv für Hydrobiologie 100(1): 29 – 43.

Förderung

Das Projekt ArKoNaVera wurde von 2015 bis 2021 gemeinsam durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesumweltministeriums (BMUV) sowie das Bundesforschungsministerium (BMBF) (FKZ 01LC1313A-D und 3514685E13-I13) gefördert. In Bayern wurde es außerdem durch den Bayerischen Naturschutzfonds und in Sachsen durch Zweckerträge der Lotterie GlücksSpirale unterstützt. Das BMBF förderte das Projekt als Forschung für Nachhaltige Entwicklung (FONA).

Dr. Franziska Jecke
Korrespondierende Autorin
Sächsische Landesstiftung Natur und Umwelt
Riesaer Straße 7
01129 Dresden
E-Mail: franziska.jecke@lanu.sachsen.de



Die Autorin, Jahrgang 1984, studierte Landschaftsökologie und Naturschutz an der Universität Greifswald und Umweltwissenschaften an der Södertörns Högskola (Huddinge, Schweden). Sie promovierte in Greifswald über Naturwahrnehmung und regionale Verbundenheit in vier deutschen UNESCO-Biosphärenreservaten. Seit 2015 engagiert sie sich in der Sächsischen Landesstiftung Natur und Umwelt im Rahmen von Bundesprojekten für den Schutz der Flussperlmuschel, aktuell im Vorhaben „MARA – *Margaritifera* Restoration Alliance“.

Dr. Marco Denic
Landschaftspflegeverband Passau e. V.
Dr.-Ernst-Derra-Straße 4
94036 Passau
E-Mail: marco.denic@lra-pa.bayern.de

Dr. Helmut Bayerl
Technische Universität München
Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie
Mühlenweg 22
85354 Freising
E-Mail: helmut.bayerl@tum.de

Thomas Findeis
Landratsamt Vogtlandkreis
Amt für Umwelt
Bahnhofstraße 42 – 48
08523 Plauen
E-Mail: findeis.thomas@vogtlandkreis.de

Prof. Dr. Jürgen Geist
Technische Universität München
Lehrstuhl für Aquatische Systembiologie
Mühlenweg 22
85354 Freising
E-Mail: geist@wzw.tum.de

Felix Grunicke
Technische Universität Dresden
Institut für Hydrobiologie
Zellescher Weg 40
01217 Dresden
E-Mail: felix.grunicke@tu-dresden.de

Thomas Schmidt
WAGU – Gesellschaft für Wasserwirtschaft,
Gewässerökologie und Umweltplanung mbH
Kirchweg 9
34121 Kassel
E-Mail: schmidt@wagu-kassel.de

Dr. Annetrin Wagner
Technische Universität Dresden
Institut für Hydrobiologie
Zellescher Weg 40
01217 Dresden
E-Mail: annetrin.wagner@tu-dresden.de

Prof. Dr. Thomas Ulrich Berendonk
Technische Universität Dresden
Institut für Hydrobiologie
Zellescher Weg 40
01217 Dresden
E-Mail: thomas.berendonk@tu-dresden.de

Anzeigen



www.dnl-online.de

Die
Literatur-
datenbank
des
Bundesamtes
für
Naturschutz



HEIMAT FÜR MINNESÄNGER
NATÜRLICH NATURPARKE!



Heimat ist weit mehr als Minnesang zur Morgenstund.
Heimat ist, woher wir stammen, was uns unmittelbar umgibt.
Natur und Landschaft, Geschichte und Kultur sind unsere Wurzeln.
**Entdecken Sie Heimat neu –
Besuchen Sie die Naturparke in Deutschland!**

www.naturparke.de

