

## Das oberösterreichische Artenschutzprojekt »Vision Flussperlmuschel«

CLEMENS GUMPINGER, CHRISTIAN PICHLER-SCHEDER, DANIELA HUEMER  
*blattfisch e.U., Technisches Büro für Gewässerökologie, Gabelsbergerstraße 7,  
4600 Wels*

STEFAN GUTTMANN

*Amt der Oö. Landesregierung, Direktion für Landesplanung, wirtschaftliche und  
ländliche Entwicklung, Abteilung Naturschutz, Bahnhofplatz 1, 4021 Linz*

### 1. Abstract

#### The Upper Austrian freshwater pearl mussel conservation project

Since 2011 a project for the conservation of *Margaritifera margaritifera* called »Vision Flussperlmuschel« has been conducted in the Upper Austrian systems of the River Aist and the River Naarn. The aim of the project is the (re-)establishment of reproductive freshwater pearl mussel populations in these two river systems, focusing on one tributary in each. It was decided to reach this overall goal by using two more or less succeeding strategies.

In a first step it was necessary to learn how to perform captive breeding in order to create as large a stock of juvenile mussels as possible. In the first project period some hundred individuals were sufficient for the successful performance of biomonitoring experiments, carried out in order to find out the most appropriate tributaries for a future re-introduction of pearl mussels.

The second strategy concentrates on habitat issues. As there are virtually no river systems left in Upper Austria that provide appropriate habitats in a sufficient quantity to establish a pearl mussel population in a sustainable way, habitats will have to be restored. For that purpose abiotic and biotic factors are currently being analysed on the basis of the requirements of *M. margaritifera* in the most promising tributaries to the River Aist and River Naarn. Based on these results measures to improve key habitats will be devised and subsequently implemented in the field. The project is funded by the Office of the Federal State Government of Upper Austria, Department for Nature Protection, and the European Union.

## 2 Die Flussperlmuschel

### 2.1 Biologie und Fortpflanzung

Die Flussperlmuschel (*Margaritifera margaritifera* Linné 1758) ist ein holarktisch verbreiteter Vertreter der Unioniden (Flussmuschelartige) und gilt als Indikatorart für sommerkühle, oligotrophe und kalkarme Fließgewässer (Jungbluth et al. 1985, Baer 1995, Geist 2010; *Abbildung 1*). Diese Muschelart erreicht ein sehr hohes Alter, die ältesten bisher nachgewiesenen Tiere waren knapp 200 Jahre alt (Helama und Valovirta 2008).

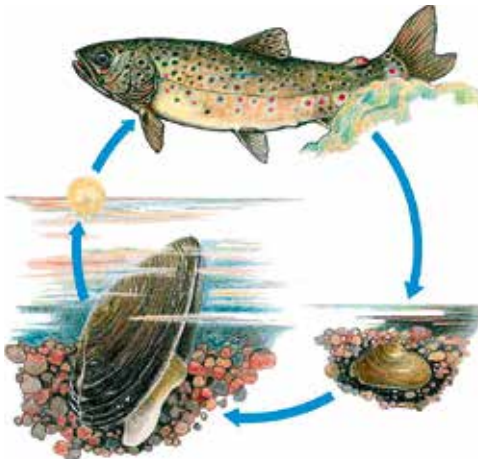


*Abbildung 1* Adulte Flussperlmuscheln in der Aist.

Die extrem enge Einnischung (Stenökologie) dieser Art in Bezug auf verschiedene Umweltfaktoren wie Kalkgehalt, Wassertemperatur oder Trophie beschränkt die Verbreitung von *M. margaritifera* auf die Ober- und Mittelläufe von Bächen und Flüssen in Einzugsgebieten, die geologisch von silikatischem Gestein dominiert sind, also im Wesentlichen keinen Kalk enthalten (Moog et al. 1993). Besonders die Larven und Jungtiere der Flussperlmuschel reagieren äußerst sensibel gegenüber Umweltveränderungen.

Im Laufe der Evolution hat sich die Flussperlmuschel nicht nur bezüglich ihrer Habitatansprüche spezialisiert, sie entwickelte auch eine äußerst komplexe Fortpflanzungsstrategie (*Abbildung 2*). Grundsätzlich gibt es beide Geschlechter – allerdings können die weiblichen Tiere ihr Geschlecht ändern, oder ihre Eier sogar selbst befruchten, wenn ein Bestand infolge zu weniger Männchen gefährdet ist (z.B. Heard 1975, Klupp 2010). Die Muscheln werden erst im Alter zwischen 12 und 20 Jahren geschlechtsreif.

Die Männchen geben zur Fortpflanzung ihre Spermien im Frühsommer ins Freiwasser ab, die weiblichen Tiere strudeln diese ein und befruchten die in den Kiementaschen befindlichen Eier. Nach einer Inkubationszeit von mehreren Wochen werden pro Muttertier bis zu 10 Millionen als Glochidien bezeichnete Flussperlmuschellarven in Form schleimiger Klumpen ins umgebende Wasser ausgestoßen (z.B. Moog et al. 1993). Diese parasitischen Larven werden entweder über das Atemwasser eines Wirtsfisches aufgenommen oder von diesem aktiv als Nahrung geschnappt. Bei der Passage durch die Kiemen des Wirtsfisches heften sich die Larven mittels eines Klappmechanismus an die Kiemenlamellen an. Dort vollziehen sie, mit Kiemengewebe überwachsen, über den folgenden Winter ihre Metamorphose zu Jungmuscheln. Die Besiedelung eines Wirtsfisches durch parasitische Muschellarven, ohne dass diese sich am Wirt weiter vermehren, wird als Infestation bezeichnet.



**Abbildung 2** Der komplexe Fortpflanzungszyklus der Flussperlmuschel.

Grafik: Schaubberger



**Abbildung 3** Das Verbreitungsgebiet der Flussperlmuschel in Europa und Österreich.

In Zentraleuropa ist die Bachforelle (*Salmo trutta fario*) der einzige taugliche Wirtsfisch für Flussperlmuschellarven (Taeubert et al. 2010). Im Norden Europas kann auch der Lachs als Wirt dienen, die Muscheln sind aber immer streng an eine Wirtsfischart gebunden (Österling und Wengström 2015). Das Vorhandensein von Bachforellen ist in den österreichischen Verbreitungsgewässern also von fundamentaler Bedeutung für eine erfolgreiche Reproduktion der Flussperlmuschel.

Die besten Infestationsraten zeigen jene Bachforellen, die im Spätwinter des jeweiligen Jahres geschlüpft sind, oder ein Jahr alte. Das Immunsystem des Fisches lernt den »Glochidienangriff« zu erkennen und reagiert im Falle einer weiteren Infestation im Folgejahr mit einer Abwehrreaktion.

Im Frühjahr fallen die Jungmuscheln nach ihrer Metamorphose mit einer Länge von circa 0,4 mm von ihrem Wirt ab und vergraben sich im Bachsediment. Sie verbringen die nächsten fünf bis sieben Lebensjahre verborgen in diesem hyporheischen Interstitial, in dem ihr Überleben vor allem von der vorherrschenden Sauerstoffversorgung abhängt (Scheder et al. 2015).

Nach der Jugendphase im Substrat erscheinen die Muscheln an der Sedimentoberfläche, wo sie mit dem runderen Schalenteil im Substrat vergraben, das schmalere Ende in den Wasserstrom gerichtet, das typische Erscheinungsbild des Adultstadiums abgeben (*Abbildung 1*).

## 2.2 Die zoogeografische Verbreitung der Muschel

Die Flussperlmuschel ist holarktisch zwischen dem 40. und 70. nördlichen Breitengrad verbreitet, der nördliche Polarkreis bildet die klimatische Nordgrenze. Sie kommt mit mehreren Unterarten vom Osten Nordamerikas über Europa bis nach Japan vor.

In Europa erstreckt sich ihr Verbreitungsgebiet vom Norden der Iberischen Halbinsel, quer durch Frankreich, über die nördlichen Teile Mitteleuropas und Skandinaviens bis nach Nord-Russland (*Abbildung 3*; Geist 2010).

Aufgrund der Bindung an kalkfreie Gewässer sowie der generell engen ökologischen Einnischung von *M. margaritifera*, beschränkte sich ihr ursprüngliches Verbreitungsgebiet in Österreich auf das Granit- und Gneis-Hochland nördlich der Donau in Ober- und Niederösterreich. Nur ein paar wenige, kleinräumige Ausläufer des Böhmisches Massivs mit Vorkommen der Flussperlmuschel gab es ursprünglich auch südlich der Donau, beispielsweise den Sauwald in Oberösterreich oder den niederösterreichischen Dunkelsteinerwald (Gumpinger et al. 2002; Moog et al. 1993).

### 2.3 Gefährdung und Schutzstatus

Die Flussperlmuschel gilt unter den ohnehin stark gefährdeten Süßwassermuscheln als vom Aussterben bedrohte Art. Die Vorkommen sind praktisch im gesamten Verbreitungsgebiet dramatisch eingebrochen, in manchen Gegenden existieren nur noch wenige Prozent der Bestände zur Mitte des 19. Jahrhunderts.

In der internationalen Roten Liste der IUCN wird *M. margaritifera* als »gefährdet« eingestuft (Mollusc Specialist Group 1996) und gilt als die am meisten gefährdete, weitverbreitete Muschelart in Europa (Machordom et al. 2003), was sie auch auf den Anhang II der europäischen Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie brachte (The European Community 1992). Betrachtet man ihr Vorkommen in einzelnen Staaten, so ist die Flussperlmuschel in fast allen europäischen Ländern vom Aussterben bedroht und zählt, etwa in Österreich und Deutschland, zu den am stärksten gefährdeten Tierarten (z.B. Bauer und Eike 1998, Moog et al. 1993). In beiden Ländern wird sie in der Roten Liste der Gefährdungskategorie »vom Aussterben bedroht« zugeordnet (Kühnelt 1983, Blab 1986).

Während die Flussperlmuschel noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts die Bäche und Flüsse des Mühl- und Waldviertler Kristallins in enormen Dichten besiedelte, wurden im selben Jahrhundert viele Bestände durch menschliche Übernutzung im Zuge der Perleengewinnung und der Nutzung der Schalen als Rohstoff stark reduziert (Gumpinger 2001). Die massiven negativen menschlichen Einflüsse auf den Lebensraum der Muschel, vor allem durch die Industrialisierung von Land- und Forstwirtschaft im Laufe des 20. Jahrhunderts, beschleunigte den Niedergang der Populationen weiter. Bereits 1928 beschreibt Riedl die Bestände der Flussperlmuschel als »stark im Abnehmen begriffen«.

Die nach dem Zweiten Weltkrieg sehr stark zunehmenden wasserbaulichen Aktivitäten, die Mitte des 20. Jahrhunderts in der Mehrzahl der heimischen Gewässer erfolgten, zerstörten den Lebensraum Gewässer nachhaltig. Neben den Folgen von Begradigung und Regulierung nahmen die Stressoren aus dem Gewässerumland immer mehr zu (Gumpinger et al. 2002). Vor allem die steigenden Mengen sandiger Substratanteile und noch feinerer Fraktionen, die aus dem intensiv genutzten Umland eingespült werden, führen zur völligen Verlegung des Kieslückenraumes. Die Folge ist eine unzureichende Sauerstoffversorgung des Jungmuschellebensraumes, was sich darin niederschlägt, dass zum aktuellen Zeitpunkt eine erfolgreiche Fortpflanzung kaum mehr gelingt. Der fehlende Reproduktions- bzw. Aufwuchserfolg hinterlässt deutlich überaltete Muschelbestände. Im Zuge einer umfassenden Kartierung potentieller Perlmuschel-Bäche und Flüsse in Ober- und Niederösterreich wiesen Moog et al. (1993) nur noch in 18 von 51 untersuchten Gewässern lebende Flussperlmuscheln nach. Es ist davon auszugehen, dass diese Zahl in den inzwischen 23 Jahren seit der Publikation weiter drastisch gesunken ist.

### 3. Das Projekt

Im Jahr 2009 wurden im Auftrag der Naturschutzabteilungen der beiden das österreichische Verbreitungsgebiet umfassenden Bundesländer Ober- und Niederösterreich eine

umfangreiche Darstellung des Ist-Zustandes und darauf aufbauende Maßnahmenvorschläge erarbeitet. Diese Studie, genannt »Zukunftsvision Flussperlmuschel: Konzeption des Gesamtprojektes« (Gumpinger et al. 2009) stellt letztlich die Basis für das aktuell laufende und langfristig angelegte Artenschutzprojekt »Vision Flussperlmuschel« in Oberösterreich dar.

Versuchte man in Oberösterreich in den Jahren zuvor mit der Unterstützung vieler kleiner Initiativen bzw. Projekte den Erhalt der Flussperlmuschel zu sichern, so entschied man sich 2011, dieses umfassende Artenschutzprojekt zu starten. Es fokussiert auf zwei Einzugsgebiete im Unteren Mühlviertel (Aist und Naarn) und basiert im Wesentlichen auf folgenden drei Säulen:

- kontrollierte Nachzucht von Flussperlmuscheln in einem überwachbaren System
- Untersuchung und Sanierung von (Teil-)Einzugsgebieten bzw. Bachabschnitten
- Wiederansiedelung der nachgezüchteten Flussperlmuscheln in den Gewässersystemen

Das Projekt ist auf eine Laufzeit von 10 Jahren konzipiert und konzentriert die Aktivitäten auf wenige Gewässer mit dem räumlichen Schwerpunkt im Europaschutzgebiet »Waldaist-Naarn«.

Ein projektbegleitendes Kernteam aus Vertretern verschiedener Fachabteilungen des Amtes der Oö. Landesregierung und mit dem Thema Flussperlmuschel befasster Institutionen aus Naturschutz, Wasserwirtschaft und Fischerei hilft, im Projekt auftretende strategische Entscheidungen so zu diskutieren und letztendlich zu treffen, dass eine möglichst umsetzungsorientierte Herangehensweise garantiert ist.

Mit dem Start des Projekts im Jahr 2011 wird der Schutz der Restpopulationen außerhalb des Projektgebietes nicht vergessen. Tatsächlich steht die Flussperlmuschel in Österreich aber so nah am Rand des Aussterbens wie nur wenige andere Arten. Und die oben beschriebene komplizierte Fortpflanzungsweise, die auf große Mengen an Fortpflanzungsprodukten, aber auch sehr langsam wachsenden, langlebigen Elterntieren auf engem Raum abzielt, ist in der aktuellen Situation der Verstreuung der Muscheln in viele individuenarme Restpopulationen nicht gerade hilfreich.

### **Möglichkeiten im Muschelschutz**

Laut Ziuganov et al. (1994) gibt es vier verschiedene Herangehensweisen, Muschelpopulationen zu schützen: Neben der Schaffung von Schutzgebieten nennt er die Übersiedelung adulter Muscheln aus Bächen mit intakten Populationen in Bäche ohne Reproduktion, sowie das Besetzen künstlich infizierter Wirtsfische und viertens die künstliche Nachzucht.

Aus Sicht der Autoren bedarf diese Vier-Strategien-Überlegung zumindest für Mitteleuropa einer Nachschärfung:

Im Zuge der Umsetzung der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (RL 92/43/EWG) wurden in ganz Europa zahlreiche Schutzgebiete ausgewiesen. In vielen Flusseinzugsgebieten werden auch zahlreiche Maßnahmen auf der Fläche umgesetzt.

Die Übersiedelung adulter Muscheln zwischen Lebensräumen muss aus Sicht der Autoren extrem kritisch betrachtet werden. Es sind aktuell keine Umsiedelungsaktionen oder auch Aktivitäten zur »Konzentration« vieler verstreuter Muscheln zu einer Muschelbank bekannt, die erfolgreich verlaufen wären. Die Autoren haben selbst schon einige Bestandsbergungs- und Umsiedelungsaktionen gezwungenermaßen als Folge von Baumaßnahmen in Gewässern durchgeführt, die bis dato immer mit dem Verschwinden der neu arrangierten Muschelbank endeten. Wobei in aller Regel selbst die intensive

Nachsuche weder zum Auffinden der Tiere noch zur Dokumentation von Leerschalen geführt hätte.

Die dritte von Ziuganov et al. (1994) vorgeschlagene Methode des Besatzes mit infizierten Fischen wurde jahrelang in oberösterreichischen Gewässern angewandt (Scheder und Gumpinger 2005 und 2008). Sie hat allerdings den Nachteil, dass eine Erfolgskontrolle erst nach vielen Jahren und mit erheblichem methodischem Aufwand möglich ist, wobei infolge der langen Zeitdauer und vieler inzwischen stattgefundenere Ereignisse, etwa Hochwässer oder Trockenperioden, hohe Unschärfen bleiben.

Da die Situation in vielen Ländern Europas ähnlich ist, gewann die Nachzucht von *M. margaritifera* in den letzten Jahrzehnten massiv an Bedeutung.

### 3.1 Die Muschelzucht

Erste erfolgreiche Nachzuchtversuche in jüngerer Zeit wurden zwischen 1980 und 1990 in der Tschechischen Republik vorgenommen (Hruška 1999). Mit sogenannten Lochplattenkäfigen leistete Buddensiek im Jahr 1995 einen wichtigen Beitrag zur Hälterung juveniler Muscheln in geeigneten Gewässersystemen. Künstliche Nachzucht, also die Gewinnung von Muscheln, wenn sie von den Wirtsfischen abfallen, und deren Hälterung und Fütterung in Klimaschränken oder anderen speziellen Einrichtungen, wird inzwischen in 14 europäischen Ländern angewandt (Thielen 2014). Diese Nachzucht ist auch der wichtigste Bestandteil des oberösterreichischen Projektes, weil die Reproduktion in der freien Natur nicht mehr oder nur sehr eingeschränkt funktioniert.

Im Jahr 2010 wurde im Rahmen einer Vorstudie an einem Mühlbach im Mühlviertel erstmals die Nachzucht, angeleitet vor allem vom Nachzuchtssystem, das in Luxemburg entwickelt wurde, versucht. Der von circa 200 Flussperlmuscheln besiedelte Mühlbach (Scheder und Gumpinger 2007) wird kurz vor seiner Rückleitung in das Hauptgewässer auf knapp 20 Metern Länge durch den Innenhof der ehemaligen Mühle geleitet. Eine dort befindliche, beckenähnliche Betonwanne ist mit einem Eisengitter absperrbar, um dort Speisefische hältern zu können. Diese Gegebenheiten wurden genutzt und der Betonkanal im Sommer 2010 mit einjährigen Bachforellen besetzt.

Kurz nach dem Glochidienausstoß der flussaufwärts im Mühlbach befindlichen Muttertiere wurde im Spätsommer eine natürliche Infestation der Wirtsfische erzielt. Nach der Überwinterung im Betonbecken und der Übersiedelung der am stärksten infizierten Fische in eigens konstruierte Erntebecken im Frühjahr 2011 wurden die ersten Jungmuscheln geerntet (Scheder et al. 2014).

#### Die halbnatürliche Nachzucht von Flussperlmuscheln

Im Jahr 2011 wurde dann – nicht zuletzt mit den Erfahrungen aus diesem Vorversuch – eine Nachzuchtanlage an der Flanitz, einem Zufluss der Feldaist, errichtet. Die Teichanlage der Wentzel'schen Gutsverwaltung Weinberg sowie das umgebende Gelände boten die optimalen Gegebenheiten, um die Zuchtanlage hier zu installieren.

Entsprechend der erwirkten wasser- und naturschutzrechtlichen Bewilligung wurde eine neue Versorgungsleitung, die das Dotationswasser aus der fließenden Welle der Flanitz entnimmt, hergestellt und auf dem Gelände der Teichanlage ein Büro-Container positioniert.

In diesen Container wurden zwei separate Zuchtrinnenkonstruktionen getrennt für je einen Muschelstamm aus dem Aist- und dem Naarn-System, bestehend aus je einem Muschel- sowie einem nachgeschalteten Forellenbecken, installiert. Die beiden



*Abbildung 4 Innenansicht Container.*



*Abbildung 5 Zur Muschelernte wird die Anlage im Container entsprechend adaptiert.*

Rinnensysteme werden mit Hilfe des Durchflusssystems permanent mit frischem Wasser aus der Flanzitz versorgt. Durch die parallele Führung von zwei Wasserversorgungen in eigenen Becken wird die Vermischung der Muschel-Genpools verhindert (*Abbildung 4*). Während der Trächtigkeitsphase werden je 50 adulte Flussperlmuscheln aus Naarn und Aist in den oberen Rinnen gehalten. Die nachgeschalteten Forellenbecken werden im Sommer mit je etwa 150 juvenilen Bachforellen besetzt. In diesem System erfolgt dann, ähnlich wie in der Vorstudie im Mühlbach, die Infestation der Fische mit den Glochidien, sobald diese von den Muttertieren ausgestoßen und mit der fließenden Welle in die Fischbecken gespült werden. Besonders wichtig für den Infestationserfolg ist, dass in der Trächtigkeitsphase keine Manipulationen an den Tieren nötig sind.

Die in Oberösterreich verwendete Strategie, bei der die adulten Muscheln zur Glochidien-gewinnung in einer Zuchtanlage gehalten werden, wird inzwischen auch in Spanien, Norwegen und England erfolgreich angewandt (Thielen 2014). Die Alternative, bei der die Adulttiere in ihrem Herkunftsgewässer belassen werden, wird aber in den meisten europäischen Ländern bevorzugt (Thielen 2014). Dazu werden reife Muttertiere kurzfristig aus ihrem Lebensraum entnommen und durch das Einsetzen in Behälter mit warmem Wasser stimuliert, die Glochidien auszustoßen. Die adulten Muscheln können nach dem Larvenausstoß direkt wieder ins Gewässer zurückgesetzt und die Wirtsfische mit den gewonnenen Glochidien infiziert werden. Diese Methode wurde in den Anfangsjahren auch in Oberösterreich angewandt, allerdings zeigte sich mehrfach, dass die hoch-trächtigen Tiere durch die Manipulation in einen Stresszustand gelangten, der zum Notausstoß der Glochidien führte. Ein solcher Notausstoß kann auch durch das Auftreten rascher Änderungen der Umweltbedingungen, etwa das Einsetzen starker Trübe infolge der in der Region typischen starken Sommergewitter, ausgelöst werden.

Die meisten so gearteten Probleme werden durch die Anordnung der Becken in der Zuchtanlage weitgehend ausgeschaltet, der Larvenausstoß sowie die Infestation der Wirtsfische geschehen hier ohne weitere menschliche Eingriffe – daher auch die Bezeichnung als »halbnatürliche Nachzucht«.

Die infizierten Wirtsfische werden in der Folge zur Risikostreuung teils in den Becken der Zuchtanlage, aber auch in großen Netzkäfigen, die in den benachbarten Teichen positioniert sind, den Winter über gehältert.

Im Frühjahr werden die am stärksten infizierten Wirtsfische in Erntebecken übersiedelt, mit Hilfe derer ab etwa Mitte Juni Jungmuscheln gewonnen werden. Die Adaptierung der Anlage erfolgt dazu in der Form, dass sich konisch verjüngende Becken aufgestellt werden, in denen die Fische gehalten werden (*Abbildung 5*).

Mittels Umwälzpumpen wird das sich am Unterende des konischen Beckens sammelnde Material, das auch die Jungmuscheln beinhaltet, über ein sehr feines Filtersieb gepumpt, das neben dem Detritus und Fischfäkalien auch die Jungmuscheln zurückhält.

Aus dieser organischen Masse werden dann im Labor in einem äußerst personal- und zeitintensiven Arbeitsschritt unter dem Mikroskop die zu diesem Zeitpunkt einen knappen halben Millimeter großen Jungmuscheln herausgesucht (*Abbildung 6*).

### Die ersten Lebenswochen als Muschel

Nach ihrer Gewinnung werden die Jungmuscheln im Labor über eine Dauer von drei bis vier Monaten in kleinen Plastikboxen bei 18 °C in Klimaschränken gehalten. Die bis zu 200 Muscheln je Box werden wöchentlich mit frischem Bachwasser aus dem Aist-Gewässersystem und mit einem speziellen Algenfutter-Gemisch (Shellfish Diet 1800TM und Nanno 2600TM) und Detritus versorgt (nach Eybe und Thielen 2010). Die Futtermischung ist nötig, weil die Tiere zu diesem Zeitpunkt noch keinen Filterapparat entwickelt haben. Detritus, der aus Feuchtwiesen im Einzugsgebiet stammt, dient als Substrat, aber auch zur Abpufferung chemischer Vorgänge infolge der Muschelausscheidungen. Jeder Wasserwechsel beinhaltet das Zählen der Muscheln sowie das Entfernen toter oder kranker Individuen aus den Boxen (Scheder et al. 2014). Mit dem Erreichen einer Körpergröße von einem Millimeter, etwa im Oktober, ist der Filtrierapparat der Muschel voll entwickelt.

Zu diesem Zeitpunkt werden die Jungtiere in spezielle Lochplattenkäfige (Buddensiek 1995) übersiedelt und in entsprechenden Gewässern exponiert (Scheder et al. 2014;



*Abbildung 7* Jungmuscheln in den sog. Buddensiek-Boxen.

*Abbildung 6* Die Muschelernte im Labor ist sehr arbeitsintensiv.



Abbildung 7). In diesen Lochplatten, die im Abstand von zwei bis drei Wochen gewartet werden müssen, überwintern die jungen Muscheln. Nach einer weiteren »Muschelinventur« zur Feststellung der Überlebensraten im Frühjahr werden die Jungtiere entweder weiter in verschiedensten Systemen (z.B. Holzkäfige, Muschelsilos) gehältert oder für Bio-monitoring in den potenziellen Wiederansiedelungsgewässern verwendet.

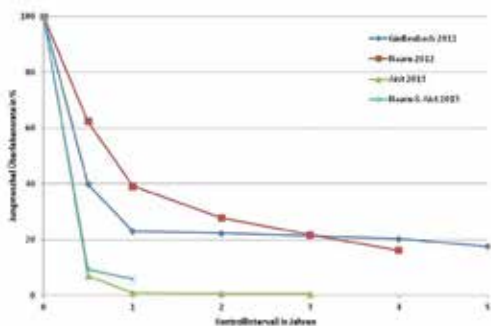
Das Biomonitoring dient der Beobachtung der Überlebens- und Zuwachsraten der Jungmuscheln in verschiedenen Gewässerabschnitten und -situationen, um die erfolgversprechendsten Bereiche für die spätere Wiederansiedelung detektieren zu können.

### Alternative Methoden der Hälterung

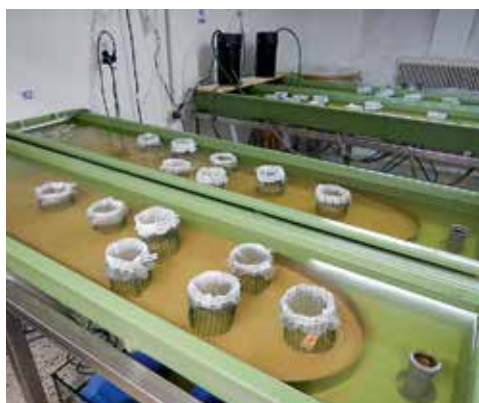
Eine wesentliche Zielstellung bei der Hälterung der Jungmuscheln liegt in der Reduktion der enormen Ausfälle. Überlebensraten von deutlich unter 50 % pro Jahr sind leider keine Seltenheit. Die in *Abbildung 8* dargestellten langfristigen Überlebensraten der oberösterreichischen Jungmuscheln liegen im Mittel im europäischen Trend. Auffällig ist der enorme Abwärtstrend im ersten Jahr, der im Wesentlichen von den Verlusten in den ersten Lebensmonaten dominiert wird – ein typisches Phänomen bei Arten mit sehr hohen Nachkommenszahlen. Diese Phase von der Ernte der Jungmuscheln bis zu ihrer Ausbringung ins Freiland im Herbst ist der heikelste Zeitraum im Nachzuchtzyklus. Dies ist einerseits durch die Umstellung der Physiologie der Jungmuscheln bedingt, andererseits durch die Notwendigkeit, viele Parameter, allen voran die Detritus- und Nahrungsqualität, stabil zu halten.

Die Mortalitätskurven flachen nach diesem Zeitraum sehr stark ab und die Ausfallsrate von bis zu 90 % in den ersten Lebensmonaten sinkt auf in der Regel einstellige Prozentwerte. Um die Überlebensraten weiter steigern zu können, werden neben den oben beschriebenen Haupt-Methoden der Hälterung im Projekt permanent Versuche mit anderen Hälterungssystemen durchgeführt. Dabei kommen Methoden zum Einsatz, die von Kollegen in ganz Europa erfolgreich angewandt werden. Wesentlichen Anteil an neuen Entwicklungen haben die nordamerikanischen Muschel-Experten, mit denen blattfisch – ebenso wie mit den europäischen Kollegen – in intensivem Informationsaustausch steht.

Die Verwendung verschiedenster Methoden garantiert zusätzlich eine Risikoaufteilung. Nach dem Vorbild der französischen Kollegen wurden 2014 etwa Jungmuschel-



**Abbildung 8** Langfristige Überlebensraten der oberösterreichischen Jungmuscheln. Die Daten für Naarn & Aist 2014 sind in der Grafik wegen des Totalausfalls infolge einer nicht eindeutig zuordenbaren Krankheit nicht enthalten.



**Abbildung 9** Jungmuschel-Hälterungsrinnen als Beispiel für die permanenten Versuche mit alternativen Methoden.

Hälterungsrinnen installiert (Dury et al. 2013). Diese Rinnen, in denen sich eine etwa zwei Zentimeter dicke Substratschicht befindet, werden wöchentlich mit frischem Bachwasser versorgt. Pumpen sorgen für eine ständige Wasserbewegung und Nährstoffversorgung (*Abbildung 9*).

Teils werden juvenile Muscheln direkt nach ihrer Gewinnung in Holzkäfige übersiedelt und damit in verschiedene Gewässer des Aist- und des Naarn-Systems ausgesetzt (Methode nach Elender, pers. Mitt.). Nach Barnhart (2007) wurden sogenannte Muschelsilos konstruiert, um bereits mehrjährige Jungmuscheln im Gewässer halten zu können. Diese Silos funktionieren besonders wartungsarm, weil durch ihre Formgebung der sog. Bernoulli-Effekt genutzt wird, indem bei der Überströmung der halbkugelförmigen Konstruktion Unterdruck entsteht, der Wasser von der Unterseite durch die Mittelöffnung saugt, was zu einem sehr erwünschten Selbstreinigungseffekt führt.

### 3.2 Die Gewässersysteme

Die Haltung der Jungmuscheln über mehrere Jahre im Gewässersystem ist ein wesentlicher Teil des Gesamtprojektes. Damit wird versucht, die Muscheln über die extrem kritische Lebensphase im Schottersystem des Gewässers zu bringen.

Parallel dazu soll die Situation im Sohlsubstrat der Gewässer oder zumindest in bestimmten Abschnitten soweit verbessert werden, dass Jungmuscheln dort überleben können. Die Zielstellung des Projektes liegt ja in der Etablierung sich selbst erhaltender Muschelpopulationen in den beiden Gewässersystemen von Aist und Naarn.

### Abiotische Grundlagenuntersuchungen

Seit Projektstart von »Vision Flussperlmuschel« werden diese beiden Gewässersysteme intensiv untersucht, um potentielle Wiederansiedelungs-Bereiche zu finden. Da ein ganzheitliches Management der beiden recht großen Flussgebiete inklusive der mehrere hundert Quadratkilometer umfassenden Einzugsgebiete unrealistisch erscheint, wird der Fokus auf Teileinzugsgebiete bzw. kleinere Zuflüsse gelegt.

Grundlage für die Auswahl der aktuell noch am besten geeigneten Wiederansiedelungsgewässer ist ein mehrstufiges »Ausleseverfahren«, in dem Gewässer, in denen wesentliche potenzielle Belastungsquellen, etwa die intensive Salzstreuung hochrangiger Straßen, nicht ausgeschlossen werden konnten, wegfielen. Schrittweise wurden so einige Gewässer ausgewählt, in denen neben morphologischen und themenspezifischen Kartierungen zahlreiche vertiefende Untersuchungen durchgeführt wurden.

Bereits 2011 wurden in solchen ausgewählten Zuflüssen der Aist und der Naarn erste RedOx-Potential-Messungen zur Feststellung der Sauerstoffversorgung des Sohlsubstrates vorgenommen (Scheder et al. 2011). Im Jahr 2012 wurden unter anderem umfassende Wasser- und Detritusanalysen von sechs Bächen, darunter zwei aktuell von Flussperlmuscheln besiedelte Referenzgewässer, durchgeführt (Lerchegger et al. 2012).

Um günstige Gewässerabschnitte beziehungsweise bestehende Defizite zu detektieren, wird derzeit neben diesen konventionellen Vorgehensweisen auf innovative Technologien zur Langzeiterfassung verschiedener flussperlmuschel-relevanter Parameter gesetzt. Ende 2014 wurden hierfür erste Dauerregistrier-Sonden in ausgewählten Projektgewässern ausgebracht. Da vor allem eine ausreichende Sauerstoffversorgung im Sohlsubstrat der entscheidende Faktor für das Jungmuschel-Überleben ist, gilt es, Gewässerabschnitte zu finden, in denen diese auch gegeben ist. Daher wurden, erstmalig in Europa, RedOx-Potential-Sonden zur Dauermessung in vielversprechenden Fließgewässerabschnitten im Sediment vergraben. Die Daten sind in Echtzeit über das Internet abrufbar.

Um die auf diese Weise gewonnenen Daten evaluieren zu können, wird ein sehr einfaches Verfahren, die von Schmidt und Vandr  (2005) entwickelte »Nagelmethode«, angewandt. Dabei werden Eisennegel für die Dauer von drei Monaten im Bachsediment ausgebracht. Der entstehende Rostansatz, durch den sich der vorhandene Sauerstoff zu erkennen gibt, wird optisch quantifiziert, die Ergebnisse mit den Sondendaten abgeglichen und ausgewertet.

### Biotische Untersuchungen

Ergänzt werden die abiotischen Messungen mit dem bereits erwähnten Biomonitoring. Zusätzlich werden in regelmäßigen Abständen Erhebungen zu biologischen Fragestellungen durchgeführt. So werden zurzeit Gewässerabschnitte in Naarn und Aist hinsichtlich aktueller, möglicherweise noch nicht bekannter Muschelvorkommen detailliert kartiert (*Abbildung 10*).

Im Frühjahr 2015 wurde in einer quantitativen Elektrofischung ergänzend der Wirtsfischbestand, also das Vorkommen juveniler Bachforellen, sowohl in der Waldaist als auch in den potenziellen Wiederansiedelungsgewssern Schwarze Aist und Kferm hlbach erfasst. Dabei zeigten sich durchwegs hohe Individuendichten mit starken Jahrgängen juveniler Bachforellen.

Flussab der letzten Muschelbank in der Waldaist konnte sogar eine natürliche Glochidieninfestation bei knapp einem Viertel der einschlammigen Bachforellen dokumentiert werden.

Die gewonnenen Untersuchungsdaten werden sowohl nach bestimmten Fragestellungen analysiert, als auch verschnitten und statistische Auswertungen durchgeführt. Aus diesen Berechnungs- und Auswertergebnissen werden dann Manahrnenvorschlge erarbeitet, die prioritär gereiht werden. Diese Rangreihung ist besonders wichtig, um eine Entscheidung für den effizientesten Mitteleinsatz treffen zu können.

### 3.3 Interdisziplinarität und internationale Vernetzung

Parallel zum Projekt »Vision Flussperlmuschel« sind die blattfisch-Mitarbeiter mit zahlreichen weiteren Projekten beschäftigt, die wiederum neue Erkenntnisse bringen, die im Muschelschutz umgesetzt werden können.

Gemeinsam mit der Universität für Bodenkultur (IHWH, C. Hauer) wurde eine Methode zur Erstellung eines Habitatprognosemodells für den Lebensraum der Flussperlmuschel entwickelt (Gumpinger et al. 2014). In diesem Modell werden hydrologische Grenzen aufgezeigt, innerhalb derer sich bis dato Flussperlmuschelbestnde in Österreich halten können. Als ausschlaggebende Faktoren konnten dabei die Fließgeschwindigkeit, der Abfluss, Druckgradienten sowie die Substratzusammensetzung eruiert werden (Scheder et al. 2014). Die Ergebnisse sollen als Basis sowie als Startschuss für ein zukünftiges europaweites Projekt zur Habitatmodellierung für *M. margaritifera* dienen.

Ebenfalls mit der Universität für Bodenkultur (IHWH, C. Hauer) als Partner wurde der Feststoffhaushalt ausgewählter Gewässer im Mühlviertel und in Bayern untersucht.



*Abbildung 10 Muschelexperten bei der Erfassung von Muschelvorkommen.*

Dieses sehr aufwändige und umfangreiche INTERREG-Projekt brachte enorm wichtige Erkenntnisse hinsichtlich der Sedimentsituation in Flussperlmuschelgewässern (Hauer et al. 2015).

Auch in den Nachbarländern Bayern und Tschechien ist blattfisch inzwischen im Muschel-schutz engagiert. Nach der Formulierung des Managementplanes für den Wolfertsrieder Bach findet aktuell die Planung für die Renaturierung eines etwa 1 km langen, verbauten Gewässerabschnittes statt (Csar et al. 2014; Höfler et al. 2014). In Tschechien wurde im Auftrag des Nationalparks Šumava gemeinsam mit tschechischen Fachkollegen der Flussperlmuschelbestand der Blanice kartiert.

### **3.4 Von Fallstricken und Katalysatoren ...**

Die Umsetzung eines aufgrund der Biologie der Flussperlmuschel zwangsläufig langfristigen Projektes ist von einer Reihe von Rahmenbedingungen abhängig. In Zeiten von exakten Budgetplanungen, Controlling und Evaluierung stellt die möglichst kontrollierte Nachzucht einer so langlebigen Tierart eine besondere Herausforderung dar. Hochwässer, Trockenperioden, teils nur hochspezialisierten Experten bekannte Einzeller, Messgeräte mit hartnäckigen Eichresistenzen und andere Überraschungen lassen einzig den Schluss zu: Es gibt nichts Beständigeres als die Unbeständigkeit. Dem kann man nur mit Flexibilität, verständnisvollen Geld- bzw. Auftraggebern und einem langen Atem begegnen.

Der Erfolg derartiger Bemühungen ist ganz wesentlich abhängig von verlässlichen Partnern vor Ort. Alle gutgemeinten und ausgeklügelten Programme und Maßnahmen kommen auf der Fläche nicht an, wenn die Partner und vor allem die Menschen in der Region von der Sache nicht überzeugt sind. Der vor allem in der Zeit des Entstehens der Naturschutzbewegung hin und wieder »von oben verordnete« Naturschutz mit seinen am Reißbrett entworfenen Maßnahmen scheitert, wenn die Umsetzer (Fischer, Landwirte, Forstwirte, ...) nicht beteiligt werden. Dies ist oft keine leichte Angelegenheit – negative Erfahrungen blockieren häufig auch die Bereitschaft für neue Herangehensweisen – dennoch ist dieser Weg der Beteiligung unerlässlich. Wir haben diese Partner vor Ort gefunden und sind dankbar für deren Engagement.

Langfristig wird sich ein Erfolg nur einstellen können, wenn der Lebensraum der Flussperlmuschel verbessert werden kann. Dafür werden wir unsere Anstrengungen in der Kommunikation mit den Landnutzern noch verstärken. Aufgrund der kulturhistorischen Bedeutung, der Attraktivität der Art, des geringen Konfliktpotenzials und vor allem der noch vorhandenen Kindheitserinnerungen an Tausende von Muscheln in unseren Bächen kann man von grundsätzlich guten Voraussetzungen ausgehen, die wichtigsten Botschaften verständlich an den Mann / an die Frau zu bringen.

## **4. Zusammenfassung und Ausblick**

Die aktuell vom Aussterben bedrohte Flussperlmuschel stellt für Artenschutzprojekte aus vielerlei Gründen eine besondere Herausforderung dar. Verantwortlich dafür sind zum einen die enorme Langlebigkeit der Muscheln und die sehr langsam ablaufenden Entwicklungsschritte, zum anderen die spezielle ökologische Einnischung, gepaart mit der äußerst komplizierten Reproduktionsstrategie.

Im Lauf der letzten Jahrzehnte wurden allerdings in der künstlichen und halbnatürlichen Aufzucht von Flussperlmuscheln enorme Fortschritte gemacht. Beginnend beim tschechischen Experten Hruška (1999) mit seinen herausragenden Leistungen in den 80er-Jahren des vergangenen Jahrhunderts, wurde vor allem im Zuge groß angelegter

Projekte in vielen Ländern Europas die Nachzucht von Perlmuscheln ständig weiterentwickelt (z.B. Geist 2010, Dury et al. 2013, Thielen 2014). Auch die oberösterreichische Nachzuchtanlage, klein und kompakt in einem Bürocontainer untergebracht, basiert auf diesen Entwicklungen. In den letzten fünf Jahren wurden die Betriebsweise der Anlage und einzelne Nachzuchtschritte immer wieder verbessert, was dazu führte, dass diese Anlage inzwischen auch für einige andere Arbeitsgruppen in Europa als Vorbild gilt. Vor allem die »Durchflusstechnik«, die keinerlei Pumpen und während der tatsächlichen Infestationszeit keiner weiteren Manipulation bedarf, wird immer wieder nachgebaut. Auch die Möglichkeit der Adaptierung der Anlage für den Erntebetrieb in einigen wenigen Arbeitsschritten wird von vielen Kollegen als sehr gute Lösung empfunden.

Die ersten Monate nach der Jungmuschelernte sind die problematischste Zeit im Prozess der künstlichen Nachzucht. Für diesen Zeitraum funktioniert im oberösterreichischen Projekt die sehr arbeitsintensive Hälterungsmethode in Klimaschränken mit wöchentlichem Wasserwechsel, Detritus- und Nahrungszugabe am besten. Um aber den Aufwand zukünftig reduzieren zu können, werden jedes Jahr parallel dazu neue Methoden ausprobiert, etwa die »Holzkistenmethode nach Elender«, Muschelsilos, Fließbrinnen und viele mehr.

Neben der Nachzucht der Muscheln, die inzwischen – von den erwähnten unvorhergesehenen Problemen abgesehen, mit denen auch die meisten anderen Arbeitsgruppen zu kämpfen haben – ausgezeichnet funktioniert, wird ein wesentlicher Anteil der Zeit- und Geldressourcen im Projekt in die Gewässer und deren Einzugsgebiete investiert, die später für Etablierung von Perlmuschelpopulationen geeignet sein sollten.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass bis dato keine einzige nachgezüchtete Flussperlmuschel in einem Gewässer in Oberösterreich ausgesetzt wurde. Da die Tiere ja die sog. Interstitialphase in vielen Gewässern zurzeit nicht überleben würden, werden Muscheln erst dann im Freiland ausgebracht, wenn sie etwa acht bis zehn Jahre alt sind. Die ersten im Projekt geernteten Muscheln sind aktuell erst fünf Jahre alt!

Die Arbeiten in den Einzugsgebieten, die auf Basis vieler Einzeluntersuchungen für die Wiederansiedelung der Muschel ausgewählt wurden, umfassen vor allem Verbesserungen im Bereich der Sedimentsituation, weil diese in ganz Mitteleuropa das größte Hindernis für das Überleben der Jungmuscheln und damit für die Wiederansiedelung darstellt. Daneben werden noch Parameter wie die Wirtsfischsituation, die biologische Wasserqualität, etc. beobachtet. Im Zuge dieser Messkampagnen hat blattfisch erstmalig in Europa dauerregistrierende Messsonden in den Gewässern ausgebracht – diese sammeln minütliche Informationen über verschiedene Wasserparameter, allen voran die Sauerstoffversorgung des Kieslückenraumes.

Nicht umsonst gilt die Flussperlmuschel als perfekte Schirmart (*Umbrella species*) für alle möglichen anderen Tiere und Pflanzen im und am Wasser. Wenn wir es schaffen, reproduktive Populationen dieser Muschelart zumindest in ausgewählten Bächen wiederanzusiedeln, dann profitieren von der Sanierung der Wohngewässer viele, viele andere Organismen.

#### **DANKSAGUNG**

Komplexe und langfristige Projekte sind ohne Mitwirkung vieler Menschen, die mit Engagement und Teamgeist die Idee mittragen, nicht möglich. Schon in den ersten Jahren war die Zusammenarbeit mit folgenden Organisationen und Personen entscheidend:

– Wentzel'sche Gutsverwaltung Weinberg (insbesondere das Team um Gutsverwalter Wilhelm Leitner)

– Fischereiberechtigte an Naarn und Aist (Czernin-Kinsky Forstgut Rosenhof, Güterverwaltung Domkapitel

Linz, Herzoglich Sachsen-Coburg und Gotha'sche Forstverwaltung Greinburg)

– Herr Dr. Gruber als Bewirtschafter des Waldaist-Abschnittes mit der größten Muschelbank Österreichs

– Familie Hintersteiner, die uns immer tatkräftig unterstützt am Gießenbach

– Finanziers: Amt der Oberösterreichischen Landesregierung (Abt. Naturschutz), Büro Landeshauptmann-Stellvertreter Dr. Haimbuchner, Europäische Union (Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes)

– unterstützende Muschelschützer aus vielen weiteren Abteilungen beim Amt der Oö. Landesregierung, beim Oö. Naturschutzbund der Fischerei und zahlreichen weiteren Organisationen.

– Naturpark Mühlviertel, hier vor allem Frau Mag. Barbara Derntl als Kommunikatorin und Multiplikatorin des Muschelschutzgedankens in den Naturparkgemeinden

Die Aufzählung ist nicht erschöpfend – alle Nichtgenannten bitten wir, dies als ein umso besseres Zeichen zu verstehen, weil wir von so vielen Menschen in unserem Betreiben unterstützt werden.

## LITERATUR

Baer O., 1995: Die Flussperlmuschel *Margaritifera margaritifera* (L.). Ökologie, umweltbedingte Reaktionen und Schutzproblematik einer vom Aussterben bedrohten Tierart. 2. Auflage. Die Neue Brehm-Bücherei Bd. 619. Westarp Wissenschaften Verlagsgesellschaft. Hohenwarsleben.

Barnhart M.C., T.B. Fobian, D.W. Whites und C.G. Ingersoll, 2007: Mussel silos: Bernoulli flow devices for caging juvenile mussels in rivers. – Fifth Biennial Symposium of the Freshwater Mollusc Conservation Society, Little Rock, AR.

Bauer G. und L. Eicke, 1986: Pilotprojekt zur Rettung der Flussperlmuschel. Natur-Landschaft, 61: 140 – 143.

Blab J., 1986: Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. Schr. R. für Landschaftspflege und Naturschutz, 24.

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: 33 – 40.

Csar, D., S. Höfler, C. Gumpinger, H. Schmidt und R. Necker, 2014: Fachgrundlagen zum Managementplan für das FFH-Gebiet 7043-372 »Wolfertsrieder Bach«. – Im Auftrag der Regierung von Niederbayern, Sachgebiet Naturschutz, Wels, 106 S..

Dury P., P.-Y. Pasco und M. Capoulade, 2013: Rearing and reinforcing Freshwater Pearl Mussel of the Armorican Massif. Programme LIFE+ NAT FR 000583 / 1st September 2010 – 31st August 2016, Posterpräsentation bei der internationalen Konferenz »Improving the environment for the freshwater pearl mussel« in Kefermarkt, Österreich.

Eybe T. und F. Thielen, 2010: Restauration des Populations de Moules Perlières en Ardennes. Technical Report: Action A1/D1/F3-Mussel Rearing Station.

Geist J., 2010: Strategies for the conservation of endangered freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera* L.): a synthesis of Conservation Genetics and Ecology. Hydrobiologia, 644: 69 – 88.

Gumpinger C., 2001: Die kulturhistorische Verbreitung der Flussperlmuschel in Mitteleuropa. Der Bundschuh, 4: 132 – 138.

Gumpinger C., W. Heinisch, J. Moser, T. Ofenböck und C. Stundner, 2002: Die Flussperlmuschel in Österreich. Umweltbundesamt. Wien.

Gumpinger C., C. Scheder und D. Csar, 2009: Zukunftsvision Flussperlmuschel: Konzeption des Gesamtprojektes. Im Auftrag des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung, Direktion für Landesplanung, wirtschaftliche und ländliche Entwicklung, Abteilung Naturschutz sowie des Amtes der Niederösterreichischen Landesregierung, Gruppe Raumordnung, Umwelt und Verkehr, Abteilung Naturschutz. Wels.

Gumpinger, C., C. Hauer, P. Flödl & C. Scheder (2014): Habitat modelling for the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) – The complex problem of changing scales. – Conference Proceedings, 10th ISE 2014, Trondheim, Norway, 4 p..

Hauer, C., S. Höfler, F. Dossi, P. Flödl, G. Graf, W. Graf, D. Gstöttenmayr, C. Gumpinger, J. Holzinger, T. Huber, B. Janecek, A. Kloibmüller, P. Leitner, P. Lichtneger, T. Mayer, F. Ottner, D. Riechl, F. Sporka, B. Wagner und H. Habersack, 2015: Feststoffmanagement im Mühlviertel und im Bayerischen Wald. Endbericht. Studie im Auftrag des Amtes der Oö. Landesregierung, gefördert durch das BMLFUW und das Interreg Programm Bayern – Österreich 2007 – 2013. Wien, 391 S. + Anhang.

Heard, D. H. (1975): Sexuality and other aspects of reproduction in anodonta (Pelecypoda: Unionidae). Malacologia 15: 81–103. Aus: Baer O. (1995): Die Flußperlmuschel. *Margaritifera margaritifera* L. Ökologie, umweltbedingte Reaktionen und Schutzproblematik einer vom Aussterben bedrohten Tierart. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg.

Helama, S. und I. Valovirta, 2008: The oldest recorded animal in Finland: ontogenetic age and growth in *Margaritifera margaritifera* (L. 1758) based on internal shell increments. - Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica, 84: 20 – 30.

Höfler, S., D. Csar, C. Gumpinger, H. Schmidt und R. Necker, 2014: Managementplan für das FFH-Gebiet 7043-372 »Wolfertsrieder Bach«. – Im Auftrag der Regierung von Niederbayern, Sachgebiet Naturschutz, Wels, 66 S.

Hruška J., 1999: Nahrungsansprüche der Flussperlmuschel und deren halbnatürliche Nachzucht in der Tschechischen Republik. Heldia, 4: 69 – 79.

- Jungbluth J.R., H. E. Coomans und H. Groh, 1985: Bibliographie der Flussperlmuschel *Margaritifera margaritifera* (Linn. 1785), Verslagenen Technische Gegevens No 41, Instituut voor Taxonomische Zoologie, Universiteit, Amsterdam.
- Klupp R. (Hrsg., 2010): Fischartenatlas Oberfranken - Eine Beschreibung aller in Oberfranken vorkommenden Fisch-, Krebs- und Muschelarten mit Darstellung ihrer Verbreitungsgebiete sowie der Gefährdungsursachen. 2. überarbeitete Auflage, Bayreuth.
- Kühnelt W., 1983: Rote Liste der in Österreich gefährdeten Weichtiere (Schnecken und Muscheln, Molluscan). – in: GEPP, J., 1983: Rote Listen gefährdeter Tiere Österreichs. Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz. Wien, 179 – 183.
- Lerchegger B., C. Scheder und C. Gumpinger, 2012: Vision Flussperlmuschel. Jahresbericht 2012. Bericht im Auftrag der Abteilung Naturschutz, Direktion für Landesplanung, wirtschaftliche und ländliche Entwicklung am Amt der Oberösterreichischen Landesregierung. Büro Landesrat Haimbuchner und der Europäischen Union.
- Machordom A., R. Araujo, D. Erpenbeck und M. A. Ramos, 2003: Phylogeography and conservation genetics of endangered European Margaritiferidae (Bivalvia: Unionoidea). - Biological Journal of the Linnean Society, 78: 235 – 252.
- Moog O., H. Neseemann, T. Ofenböck und C. Stundner, 1993: Grundlagen zum Schutz der Flussperlmuschel in Österreich. Universität für Bodenkultur Wien. Institut für Wasserversorgung, Gewässergüte und Fischereiwirtschaft. Abteilung für Hydrobiologie, Fischereiwirtschaft und Aquakultur. Bristol-Stiftung, Zürich, Band 3.
- Mollusc Specialist Group, 1996: *Margaritifera margaritifera*. The IUCN Red List of Threatened Species 1996: e.T12799A3382532. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1996.RLTS.T12799.A3382532.en>. Downloaded on 29 July 2016.
- Österling, M. und N. Wengström, 2015: Test of the host fish species of a unionoid mussel: A comparison between natural and artificial encystment. – Limnologica, 50: 80 – 83.
- Richtlinie 92/43/EWG des Rates zur Erhaltung der Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen vom 21. Mai 1992.
- Riedl G., 1928: Die Flußperlmuscheln und ihre Perlen. Jahrbuch des Oberösterreichischen Musealvereines. Linz. 82, 257 – 358.
- Scheder C. und C. Gumpinger, 2005: Flussperlmuschelnachzucht in der Waldaist – Projekt 2005. Bericht im Auftrag des Vereins FLUP-Österreich. Wels.
- Scheder C. und C. Gumpinger, 2007: Aktuelle Projekte zum Schutz der Flussperlmuschel *Margaritifera margaritifera* LINNAEUS 1758 (Bivalvia, Margaritiferidae) in Oberösterreich. – Beiträge zur Naturkunde Oberösterreichs, 17: 281 – 288.
- Scheder C. und C. Gumpinger, 2008: The Freshwater Pearl Mussel (*Margaritifera margaritifera* Linné, 1758) in Upper Austria – a species threatened with extinction and current measures for its sustained protection. Rom. J. Biol. – Zool. Volumes, 53 – 59.
- Scheder C., D. Csar und C. Gumpinger, 2011: Vision Flussperlmuschel. Jahresbericht 2011. Bericht im Auftrag der Abteilung Naturschutz, Direktion für Landesplanung, wirtschaftliche und ländliche Entwicklung am Amt der Oberösterreichischen Landesregierung. Büro Landesrat Haimbuchner und der Europäischen Union.
- Scheder C., B. Lerchegger, M. Jung, D. Csar und C. Gumpinger, 2014: Practical experience in the rearing of freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera*): advantages of a worksaving infection approach, survival, and growth of early life stages. Hydrobiologia, 735: 203 – 212.
- Scheder, C., B. Lerchegger, P. Flödl, D. Csar, C. Gumpinger und C. Hauer, 2015: River bed stability versus clogged interstitial: Depth-dependent accumulation of substances in freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.) habitats in Austrian streams as a function of hydromorphological parameters. Limnologica, 50: 29 – 39.
- Schmidt C. und R. Vandré, 2005: Schlamm, Kies und Rost – Aktuelle Erfahrungen mit dem Schutz der Flussperlmuschel in Bayern. – in: NUA: Natur- und Umweltschutzakademie Nordrhein-Westfalen (Ed.): Schutz und Erhalt der Flussperlmuschel in Nordrhein-Westfalen.
- Täubert, J.-E., M. Denic, B. Gum, M. Lange und J. Geist, 2010: Suitability of different salmonid strains as hosts for the endangered freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.). – Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst., 20: 728 – 734.
- The European Community, 1992: Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on The Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora. The European Community. Brüssel.
- Thielen, F., 2014: Rearing freshwater pearl mussels and its input into species conservation. Präsentation bei der Internationalen Tagung: Conservation and Restoration of Freshwater Pearl Mussel Populations and Habitat in Europe. 26. – 27. November 2014 in Brest. Frankreich.
- Ziuganov V.V., A. Zotin, L. Nezin, V.A., Tretiakov V.A., 1994: The freshwater pearl mussels and their relationships with salmonid fish. Moscow: VNIRO Publishing House. 104 p.

**Erstautor:** DI Clemens Gumpinger, blattfisch e.U., Technisches Büro für Gewässerökologie, 4600 Wels, Gabelsbergerstraße 7, gumpinger@blattfisch.at