

Muschelherberge mit Ablaufdatum

Die Hagenauer Bucht am unteren Inn als Fallbeispiel – ökologische Wechselwirkungen und deren Folgen für eine Großmuschelpopulation



Florian BILLINGER

Vormarkt Nonsbach 75
A-4982 Obernberg am Inn
f.billinger@gmx.at



Abb. 1: Die Hagenauer Bucht im Stauraum des Kraftwerks Ering-Frauenstein. Den Verlandungsprozess der ehemaligen Klarwasserbucht konnten Interessierte in den letzten 40 Jahren beobachten. Doch wie entwickelte sich der unscheinbare Großmuschelbestand während dieser Zeit? Foto: Raimund Mascha

Die Rückstauräume der Innstauseen verlanden, bedingt durch die hohe Schwebstofffracht, die der Strom während der Sommermonate mit sich führt, verhältnismäßig rasch. Dabei entwickeln sie sich wieder zu strukturreichen Aulandschaften, bleiben aber weiterhin der Dynamik des Flusses ausgesetzt (Abb. 1). Sie haben sich schon kurz nach dem Einstau zu bedeutenden Brut-, Rast- und Überwinterungsstätten zahlreicher, darunter auch seltener Wasservogelarten entwickelt und zählen in dieser Funktion zu jenen von internationalem Rang. Aber auch Großmuscheln finden geeignete Lebensbedingungen und lassen sich mit ihrem Auftreten, dem Artenspektrum, der Siedlungsdichte und dem Wachstumsverhalten als Bioindikatoren verwerten.

Vorkommen und Häufigkeit der Filtrierer sind wertvolle und aussagekräftige Indikatoren zur Beurteilung der Gewässergüte und des Gewässerzustandes. Durch ihre filtrierende Lebensweise sind diese Weichtiere von großer Bedeutung für den Stoffhaushalt innerhalb der Lebensräume.

Sind Dutzende von Muscheln auf dem Quadratmeter tätig, dann ergeben sich daraus Filterleistungen, die an moderne Abwasserreinigungsanlagen heranreichen, aber kostenlos erbracht werden. 4000 Großmuscheln auf 100 Quadratmeter – und das ist kein Wunschbild wie sich später heraus-

stellen wird – bedeuten eine Filterleistung von täglich ca. 160.000 Liter. Sie ernähren sich von Plankton und feinsten organischen Schwebstoffen (die gerade von Bakterien oder Pilzen zersetzt werden), welche sie in ihren Kiemen auffangen und in körpereigene Substanz umsetzen (REICHHOLF 2009). Ihre Bedeutung als Sekundärproduzenten und als Beute im Nahrungsnetz – die Bisamratte ist auf das Großmuschel-Protein im Winter angewiesen – bleibt meist unbeachtet.

Doch wie entwickelte sich die Bestandsdichte der Großmuscheln in dieser für die Stauseen am unteren Inn veränderungsreichen Zeit der letzten



Abb. 2: Die Hagenauer Bucht (ii.) als große Seefläche und die Eglsee-Heitzinger Bucht mit Leitdamm im Stauraum Ering-Frauenstein in den späten 1970er-Jahren.
Foto: Josef H. Reichholf



Abb. 3: Zustand in den späten 1970er-Jahren
Quelle: basemap.at



Abb. 4: Aktueller Zustand (2014) der „Bucht“
Quelle: basemap.at

40 Jahre? Was haben anorganische Schwebstoffe der Gletschermilch und der Bau von Kläranlagen damit zu tun? Warum kann der schwarzweiße Anblick einer mit Blässhühnern und Höckerschwänen übersäten Seefläche Indikator für große Besiedlungsdichten der Filtrierer sein?

Diese Arbeit behandelt die Bestandentwicklung einer Großmuschelpopulation und wie diese sowohl durch natürliche Umstände als auch durch anthropogen verursachte und angestrebte Gegebenheiten in ihrem Bestand beeinflusst wird. Im Vergleich mit früheren Befunden versuche ich, einen Zwischenbericht als Ausgangsbasis für weitere Freiland- und Forschungsarbeiten zu dieser Thematik zu bieten.

Untersuchungsmethoden

Es galt zu klären, ob sich die Vorkommen und die Artenverteilung der heimischen Großmuscheln im Stauraum des Kraftwerks Ering-Frauenstein, im Speziellen der Hagenauer Bucht, in den letzten Jahrzehnten verändert haben und gegebenenfalls warum. Mit zufallsverteilten Probestellen der Größe 1 m² wurde die Bestandsdichte im Flachwasser (der für Großmuscheln in Frage kommenden Gewässerabschnitte) ermittelt und anschließend Daten zu Art, Gewicht, Länge und Alter dokumentiert. Die Lebendmuscheln wurden danach wieder ins Wasser zurückgesetzt. Leerschalen und Schalenreste, welche Bismarratten (*Ondatra zibethicus*)

nach dem Verzehr des „Muschelfleisches“ am Ufer hinterlassen haben, wurden entnommen und archiviert.

Da die meisten Flach- und Stillwasserbuchten, in denen Muschelvorkommen zu erwarten sind, eine Wassertiefe < 1 m vorweisen, wurden die Bestandsaufnahmen ohne Tauchgänge durchgeführt.

Untersuchungsgebiet

Die Hagenauer Bucht bei Braunau am Inn liegt im oberen Bereich des Rückstauraums des Kraftwerks Ering-Frauenstein und erstreckt sich von Flusskilometer 53 bis 56. Ursprünglich war dieses Naturschutzgebiet gekennzeichnet durch eine große, offene Wasserfläche, welche durch eine mit

Auwald bewachsene Landzunge gegen den offenen Inn abgeschlossen war (ERLINGER 1981), siehe Abbildungen 2 und 3. Also ein idealer Lebensraum für Großmuscheln: REICHHOLF (1975) berichtet von bis zu 42 Großmuscheln (*Anodonta cygnea*, *Unio pictorum*) pro Quadratmeter in zufallsverteilten Probestellen. Diese Muscheln sind von organischen Reststoffen (Detritus) abhängig, welcher einerseits durch die Strömung in die Stauräume eingetragen und andererseits direkt von den hier lebenden Wasservögeln produziert wird. Die Menge der erzeugten Vogel-Exkremente und damit der Muschelnahrung ist indirekt von der Unterwasservegetation abhängig. Bei ausgeprägten Beständen an Unterwasserpflanzen (aquatischen Makrophyten) beweiden entsprechend viele Pflanzen fressende Wasservögel den Gewässergrund. Doch eine dritte Produktionsquelle dieses Detritus spielte sich in den letzten Jahren in den Vordergrund: Die örtliche Eintragung von organischem Material in Form von Weidenlaub und ganzen Baumstämmen, die entweder mit dem Ufer abbrechen oder von Bibern gefällt werden, gewinnt bedingt durch progressive Verlandung und Bewaldung innerhalb der Dämme, zunehmend an Bedeutung. Die Silberweidenbestände stellen gegenwärtig wohl die Hauptquelle des produzierten Detritus in den Innstauseen dar (REICHHOLF 2001).

Im Jahr 2002 wurde der Leitdamm an dessen oberem Ende geöffnet (BILLINGER K. mdl.), um der sichtlich fortschreitenden Verlandung entgegenzuwirken.

Die regelmäßige und andauernde Einströmung von schwebstoffreichem Innwasser hatte aber eine nunmehr viel raschere Verlandung der Bucht zur Folge, das Ende der Hagenauer Bucht als solche war eingeleitet. Genau wie auch ein starkes Hochwasser wird dieser „Aufbruch“ der Molluskenfauna kurzfristig große Schäden zugefügt haben. Quantitative Untersuchungen hierzu fehlen jedoch.

Es bildeten sich zahlreiche neue Inseln mit schmalen Rinnen und Sand- bzw. Schlückbänken, der Seitenarm des Inns bildet nun ein Delta in der Bucht. Die (ehemaligen) Schlückbänke und die Ufer sind inzwischen stark bewachsen, die sumpfigen und flachen davon sind häufig von Schilf- und Rohrkolbenbeständen gerandet. Die Auwälder und der Bewuchs von Jungweiden bzw. Schilfrohr erzeugen auf den Inseln und Halbinseln in der Bucht urwaldähnliche Zustände, diese Wälder konnten sich nun inzwischen weit über ein halbes Jahrhundert (Errichtung des Stausees 1942) ohne Eingriffe seitens des Menschen entwickeln (Abb. 3 und 4). Für die (Boots-)Fischerei wurde die Bucht aufgrund der geringen Wassertiefe und den fehlenden offenen Flächen ungeeignet.

Artenspektrum und Größenverteilung

Folgende Arten sind rezent in der Hagenauer Bucht zu finden (Reihung in der den Häufigkeitsverhältnissen entsprechenden, absteigenden Folge):

- * Malermuschel, *Unio pictorum* (Abb. 5)
- * Teichmuscheln, *Anodonta* sp. (Abb. 6)
- * Chinesische Teichmuschel, *Sinanodonta woodiana* (Abb. 7)
- * Wander- oder Zebrawuschel, *Dreissena polymorpha*

Beim Vergleich der Abbildung 8 mit der Abbildung 9 wird klar, dass sich im gegenwärtigen Artenspektrum zwei „Neue“ befinden, und dass sich somit die Biodiversität im Vergleich zu 1972 verdoppelt hat. Die Anteile der einzelnen Arten im Spektrum sind mit Prozentangaben beschriftet.

Ein weitere wichtige Eigenschaft einer Muschelpopulation ist die Verteilung der Längen der Muscheln. In Diagrammen wird dargestellt, wie



Abb. 5: Leerschalen der Malermuschel (*Unio pictorum*) Foto: Florian Billinger

Abb. 6: Durch die Bismarratte (*Ondatra zibethicus*) aufgekackte Schale der Teichmuschel (*Anodonta* sp.) mit typischem Zuwachsmuster. Am schnellsten wachsen die Teichmuscheln demnach zwischen dem 2. und 4. Lebensjahr.

Foto: Florian Billinger



Abb. 7: Halbschale der Chinesischen Teichmuschel (*Sinanodonta woodiana*).
Foto: Florian Billinger

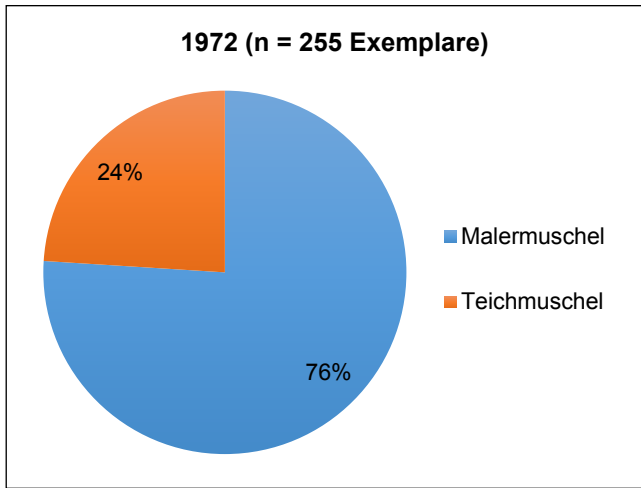


Abb. 8: Artenverteilung 1972

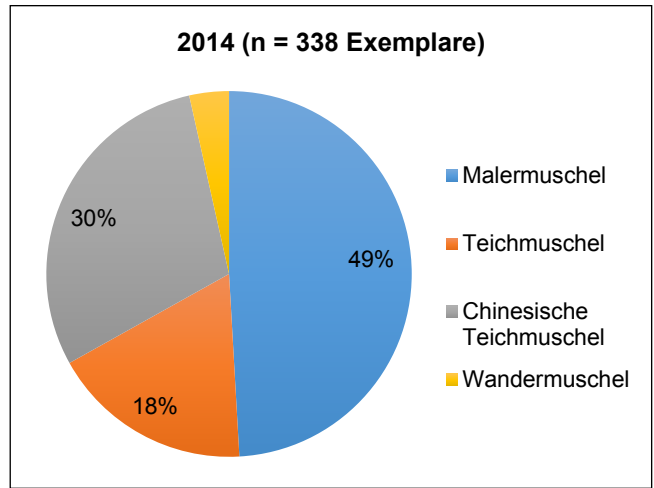


Abb. 9: Artenverteilung 2014

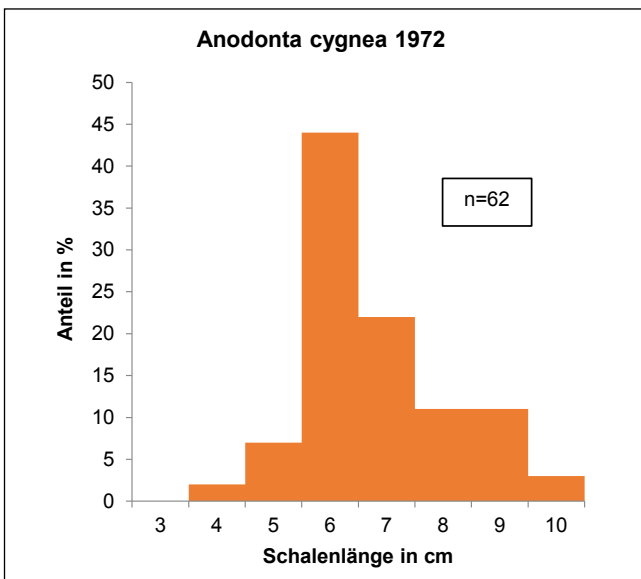


Abb. 10: Verteilung der Schalenlängen der Teichmuscheln (*Anodonta cygnea*) 1972. Rekonstruiertes Diagramm aus REICHHOLF (1975)

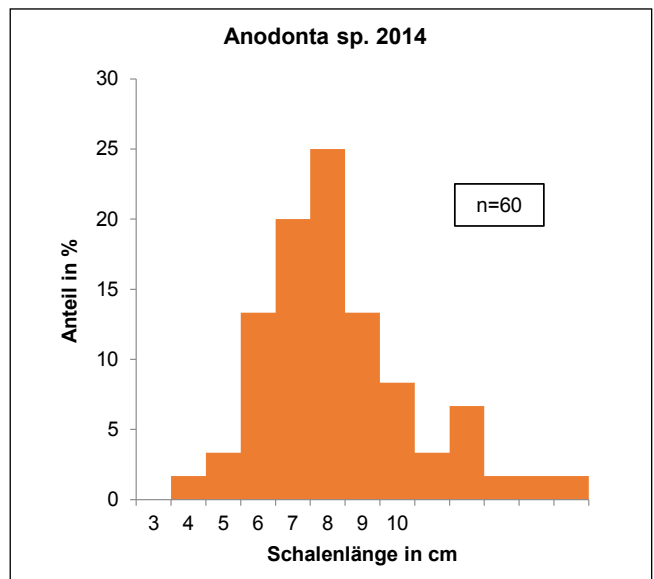


Abb. 11: Gegenwärtige Größen-Verteilung der Teichmuscheln (*Anodonta sp.*)

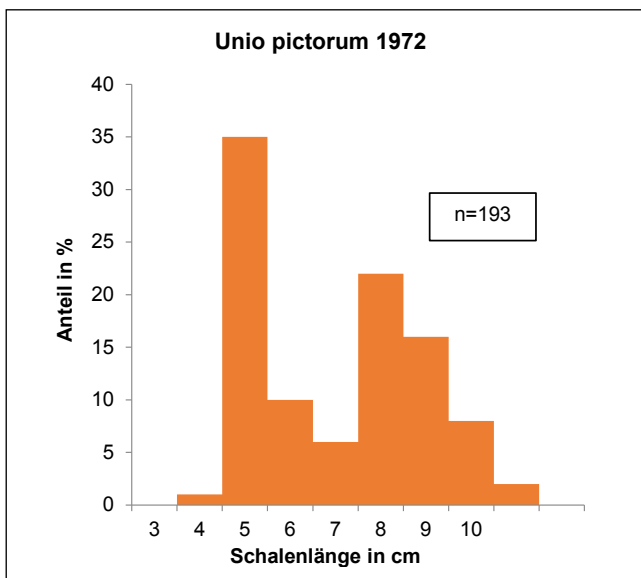


Abb. 12: Verteilung der Schalenlängen der Malermuscheln (*Unio pictorum*) 1972. Rekonstruiertes Diagramm aus REICHHOLF (1975)

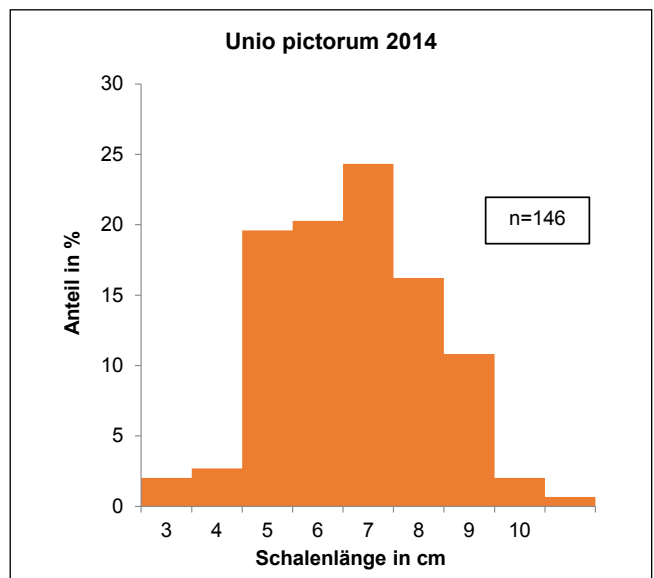


Abb. 13: Gegenwärtige Verteilung der Malermuscheln (*Unio pictorum*)



Abb. 14: Lebende Exemplare der Chinesischen Teichmuschel wurden zur Abmessung entnommen, in Wasserkübeln zwischengelagert und rasch wieder zurück ins Wasser gesetzt. Leerschalen wurden entnommen und archiviert. Foto: Florian Billinger

viel Prozent der Population welcher Schalenlängen-Klasse zugehören. So können unter anderem Jahre ausgeforscht werden, in denen die jungen Muscheln besonders gut aufkamen, oder solche Jahre in denen praktisch kein Muschelnachwuchs groß kam.

Die Verteilung der Schalenlängen über die Klassen (Einteilung in ganze cm; $x,0 - x,9$) für die Teichmuscheln (*Anodonta cygnea*) und Malermuscheln (*Unio pictorum*) aus der lebenden Population der Hagenauer Bucht beschreibt REICHHOLF (1975), in Abbildung 10 und Abbildung 12 ersichtlich. Die Einteilung in ganze Zentimeter bedeutet, dass ein Tier mit der Länge 7,1cm in die gleich Klasse fällt wie ein Tier mit der Länge 7,9cm.

Die im Spätsommer und Herbst 2014 erfassten Daten wurden nach den gleichen Kriterien in Abbildung 11 und Abbildung 13 aufbereitet.

Als Grund für den zweigipfeligen Aufbau der Population von *U. pictorum* in Abbildung 12 wird der Einfluss von Hochwässern genannt; so schreibt REICHHOLF (1975): „Starke Hochwasserführung, wie sie 1965 und 1966 aufgetreten war, lagert in kurzer Zeit dicke Schlammsschichten in der Bucht ab. Ein Großteil der Muscheln geht darin zugrunde.“ Die Größenverteilung entspricht zwei Kohorten, einer jüngeren und einer älteren. Eine klare Verteilung über die Größenklasse 5-11 cm, die sich in der Datenauf-

bereitung von 2014 spiegelt, lässt ein spezifisches, auf die Hagenauer Bucht bezogenes Wachstum in diesem Größenbereich vermuten.

Die Wandermuschel ist in der Bucht selten, unweit von Kiesuntergrund haftet sie vereinzelt auf lebenden Großmuscheln sowie Leerschalen und Gestein. Im Gegensatz dazu konnten im Herbst 2014 im Bereich der Salzmündung bei kiesigem Untergrund eine mittlere Wandermuschel-Dichte von 1300 Exemplaren/m² (n = 5) festgestellt werden. Diese eingeschleppte Art scheint in der Hagenauer Bucht in „harmonischer“ Koexistenz mit den heimischen Großmuscheln zu leben und bedroht diese nicht durch Mobilitätseinschränkung. Auch die Bismartratte macht Gebrauch vom proteinreichen Fleisch dieser Muschel, ersichtlich durch aufgekackte Leerschalen der Wandermuschel im ufernahen Bereich.

Populationsdichte der Großmuscheln und mögliche Gründe für ihre Abnahme

Die Probestellen befanden sich auf verschiedenen Untergründen (Schlick, Sand, Kies) und in Gebieten, welche unterschiedlich stark von der hohen Schwebstofffracht und Strömung des Inns betroffen sind. Die Auswertung von 299 zufallsverteilten Quadratmeter-Probestellen des gesamten Untersuchungsgebiets er-

gab eine Gesamtzahl von 338 Muscheln. Das bedeutet eine Bestandsdichte von durchschnittlich 1,1 Exemplaren pro Quadratmeter. REICHHOLF (1975) berichtet von einer mittleren Muscheldichte von 30 Ex./m² im Gebiet. Wie ist diese starke Abnahme auf weniger als 4 % der Ausgangs-Besiedlungsdichte vor 40 Jahren zu begründen?

Es kommt folgender Befund hinzu: 2014 fand ich die Chinesische Teichmuschel *Sinanodonta woodiana* zum ersten Mal am unteren Inn, eine den heimischen Muschelarten biologisch und ökologisch überlegene Art. Oft genannt werden die hohe Glochidienzahl (hohe Larvenzahl als Voraussetzung für effiziente Fortpflanzung) und hohe Toleranz gegenüber Eutrophierung (siehe BILLINGER u. a. 2014). Trotz des Auftretens dieser sehr wüchsigen und sich schnell ausbreitenden Art sank die Zahl der Muscheln im Vergleich zu den 1970er-Jahren insgesamt aber sehr deutlich. Man könnte auch so sagen: Diese bei uns neue Art konnte sich trotz offensichtlich immer schlechter werdender Bedingungen bei uns ausbreiten und sich in das heimische Artenspektrum integrieren (Abb. 14).

Bestandsdezimierende Faktoren für eine Muschelpopulation sind:

* Rückgang des Nahrungsangebots (Kläranlagenbau = Verbesserung der Wasserqualität) – langfristig

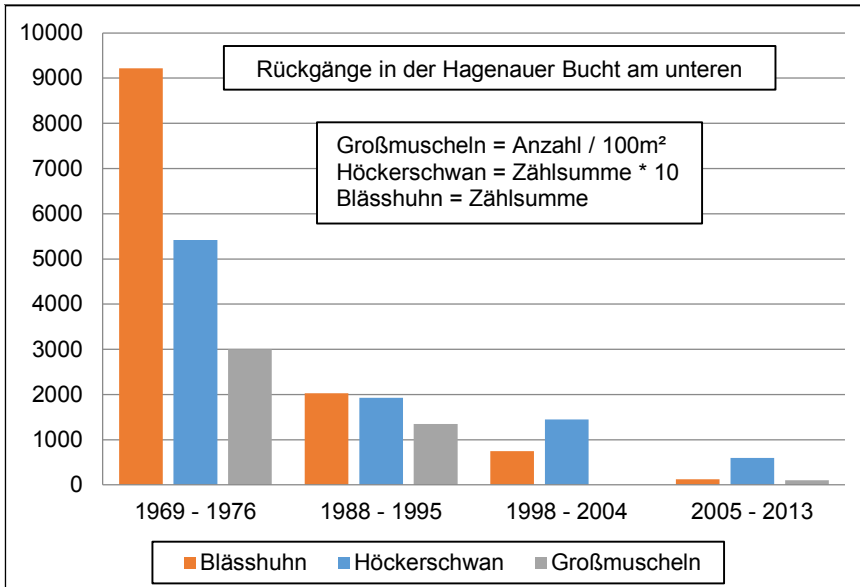


Abb. 15: Summe der im Herbst gezählten Blässhühner (*Fulica atra*) und Höckerschwäne (*Cygnus olor*) bei jährlich 4 Mittmonatszählungen von September-Dezember in der Hagenauer Bucht, eingeteilt in Zählperioden. Die Datenbeschriftungen stehen für die Summe der Vögel, diese wurde jeweils über die Zählperiode gemittelt.

* Verschwinden bzw. Verlanden des Lebensraums – mittel- bis langfristig

* Örtliche „Ausdünnung“ der Population durch die Fresstätigkeit der Bisamratte – noch (!) nicht abschätzbare Auswirkung auf die Gesamtmuscheldichte im Gebiet

* Hochwässer schwemmen Muscheln in Bereiche die später wieder trockenfallen oder begraben diese im Sediment – kurzfristig

Die Netto-Sekundärproduktion (Muschelgewicht ohne Schale) kann als quantitativer Indikator für die Produktivität des Gewässer bzw. des Gewässerabschnitts angesehen werden (Reichholf mdl.). Aus artenschutzrechtlichen Gründen fehlen hierzu Aufzeichnungen über das Gewicht des Muschelfleischs in Abhängigkeit der Länge (nach kräfteraubendem Öffnen der Muschel ist diese tot).

Die Produktion von Muschelmasse ist vom Detritus stark abhängig, dieser stammt aus 3 Quellen:

Produktion durch ausgeschiedene Exkremente der hier lebenden Wasservögel. REICHHOLF (1981): „Worin besteht nun die besondere Rolle der Wasservögel? Zweifellos vermindern sie mit ihrer Fresstätigkeit das vorhandene organische und damit auch fäulnisfähige Material. Sie binden Nährstoffe in ihren Körpern und verfrachten sie beim Abzug in die Winterquartiere über weite Strecken. Dem nährstoffangereicherten Ökosystem

der Innstauseen, und um nährstoffreiche Stauseen handelt es sich hierbei in der Tat, entnehmen sie daher mehr, als sie wieder ins Wasser mit ihren Exkrementen zurückgeben. Denn ein Teil (der organischen Kohlenstoffverbindungen) wird im Rahmen des Stoffwechsels der Wasservögel veratmet, ein Teil in körpereigener Substanz gebunden und nur der Rest wieder ausgeschieden. Dieser ist jedoch durch die Tätigkeit der Verdauungsorgane und der Darmbakterien soweit aufgeschlossen, dass er im Wasser viel schneller und leichter remineralisiert werden kann, als die vergleichbare Menge absterbender Wasserpflanzen. Mit dem Beginn der Vereisung würden in den Flachwasserzonen alle organischen, abbaubaren Materialien in eine Phase der Sauerstoffverknappung kommen, die dann zur Bildung von Faulschlamm führt, wenn mehr produziert worden war, als bis zum Winterbeginn wieder abgebaut werden konnte. Die Wasservögel beschleunigen daher in diesem belasteten Ökosystem die Nährstoffzyklen – eine äußerst wichtige Funktion, die häufig gar nicht beachtet wird.“

Die aus der „Datenbank der ornithologischen Arbeitsgemeinschaft Unterer Inn“ stammenden und von BILLINGER K. mündlich übermittelten Daten sind in Abbildung 15 aufbereitet. Die Grafik zeigt eindrucksvoll den Herbstbestands-Rückgang der Blässhühner und Höckerschwäne und wie diese Bestandsentwicklung

mit der der Großmuscheln korreliert. Im Spätherbst 1963 dokumentierte Georg Erlinger (†) in seinen Tagebüchern (unveröffentl.) an einem Untersuchungstag 20.000 Blässhühner und 356 Höckerschwäne.

Zusammen mit dem entsprechenden Rückgang der dritten, in der Aufarbeitung der Unterwasserpflanzen bedeutungsvollen Art, der Schnatterente (*Anas strepera*), drückt dies die Gesamtminderung des von den Wasservögeln direkt erzeugten organischen Detritus auf wenige Prozent der ursprünglichen Menge aus (Reichholf mdl.). Die Bestände der Schnatterente sind ebenfalls deutlich gesunken (Billinger K. mdl.).

Letztlich lassen die Befunde den Schluss zu, dass aufgrund (inzwischen fast) fehlender Unterwasserflora die Detritusproduktion der Wasservögel auf ein nicht (mehr) erwähnenswertes Maß gesunken ist.

Feinste im Wasser „gelöste“ organische Reststoffe, welche aus dem Einzugsgebiet des Flusses stammen und in die Buchten eingetragen werden (REICHHOLF 1981). In den 60er- und 70er-Jahren war die gesamte Hagenauer Bucht aufgrund der offenen Wasserfläche dem Schwebstoff- und Detritustransport gleichmäßig ausgesetzt, das heißt das schwebstoffreiche Wasser wurde von der Mündung der Bucht in den Inn bei Schloss Hagenau bei steigender Wasserführung langsam bis in die oberen Bereiche gedrückt. Seit der Öffnung der Bucht im „oberen“ Beginn, strömt in jedem Sommerhalbjahr das kalte, schwebstoffreiche, aber nahrungsarme Innwasser direkt in die Bucht, in der nun der Seitenarm ein Delta bildet.

Seither muss in der Hagenauer Bucht zwischen Teilgebieten unterschieden werden, in welche der Inn regelmäßig diese Stoffe transportiert und welche nur mehr oder weniger kurzfristig – bei stärkerem Hochwasser – diesem Stofftransport ausgesetzt sind.

Die Konzentration von Nährstoffen und letztendlich auch von organischem Detritus im Wasser des Stroms dürfte in den letzten Jahrzehnten auf ein Minimum gesunken sein. REICHHOLF (1994): „Die Wasserqualität des Inns stieg nach den offiziellen Angaben des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft auf Güteklasse II an.“ Dazu später mehr.

Örtliche Produktion durch ins Wasser fallendes, organisches Material und

die Umbildung von Unterwasservegetation zu Detritus:

- * Weidenlaub
- * Von Bibern gefällt Weidengehölz
- * Abgestorbene Schilf – und Rohrkolbenbestände
- * Unterwasservegetation

Was in den Weichholzaunen innerhalb der Dämme von der Pflanzenwelt produziert wird, gelangt über kurz oder lang ins Wasser und startet darin die neue, so wichtige Nahrungskette, die auf dem organischen Abfall aufbaut (REICHHOLF 2005). Röhrichtzonen und Gehölz nahmen im Jahr 1956 etwa 11 Hektar der Hagenauer Bucht ein, im Jahr 2014 sind es bereits über 65 (!) Hektar.

So REICHHOLF (2001): „Ihr Bestandsabfall (Silberweiden/Anm.), zusammengesetzt aus Laub, Astwerk oder ganzen Bäumen, die mit dem Ufer abbrechen, dürfte gegenwärtig einen Großteil, vielleicht die Hauptmasse, des organischen Materials bilden, welches in die Stauseen gelangt und als organischer Detritus die Grundlage für reich differenzierte Nahrungsketten schafft. Ohne dieses organische Material von den Silberweiden und einigen anderen Bäumen, wie Grauerlen (*Alnus incana*) und Pappeln (*Populus sp.*) würde die Produktivität der In-stauseen, die von Wasserlebewesen genutzt werden kann, empfindlich geschwächt und verändert. Ob Fische oder Wasservögel, Muscheln oder Biber, eine Vielzahl von Arten steht mit der Silberweide in Verbindung oder hängt direkt von ihren Beständen ab.“

REICHHOLF (1993) beziffert den von den Wasservögeln ungefressen übriggebliebenen Prozentsatz an Unterwasservegetation, welche sich in Folge zu Detritus umbildet, mit dem Wert 10.

Jedoch kann das damals üppige Wachstum von Unterwasserpflanzen (Armeleuchteralgen, Laichkräuter, Wasserpest, Tausendblatt – REICHHOLF 1981) nicht mit der heutigen Gewässersituation verglichen werden. Das Fehlen der Blässhühner und Höckerschwäne (Abb. 15), welche sich früher zu Tausenden und Hunderten in der Bucht sammelten (Abb. 16), steht für das geringe Nahrungsangebot. Diese Pflanzenfresser sind von der Unterwasservegetation abhängig und dienen mit ihrem Vorkommen und ihrer Häufigkeit als Bioindikator, die Häufigkeitsveränderungen spiegeln die Angebotsentwicklung der Wasserpflanzen wider.



Abb. 16: Die noch offene Wasserfläche der Hagenauer Bucht in den frühen 1970er-Jahren mit Tausenden von Blässhühnern und Hunderten Höckerschwänen und Schnatterenten als es ~ 30 Großmuscheln/m² gab. Die Wassertiefe ergibt sich über den fast bis zum Bauch im Wasser stehenden Flamingo.
Foto: Josef H. Reichholf

REICHHOLF (1994): „Das änderte sich schlagartig 1973/74, als die Verlandung der Buchten ein Ausmaß erreichte, das die großflächige Entwicklung von Unterwasserpflanzen zunehmend einschränkte.“ 10% von viel ist viel – 10% von wenig ist noch weniger.

Die Verlandung kann somit ganz zu Recht als Bestandsdezimierer und Hauptnahrungsquelle gleichzeitig bezeichnet werden, denn ohne Verlandung keine Bewaldung.

Der Rückgang des Nahrungsangebots kann jedoch nicht alleine für die Dezimierung der Bestandsdichte im Gebiet verantwortlich gemacht werden. Dass die Bismarckratte mit ihrer überwiegend im Winter stattfindenden Fresstätigkeit von Großmuschelfleisch nicht störend in das System eingreift, sondern ein wichtiger Bestandteil der Biozönose ist, behandelt REICHHOLF (1975) ausführlich.

Übrig bleibt die These, dass auch die progressive Verlandung für den Rückgang der Abundanz verantwortlich ist, nicht nur durch die sinkenden Unterwasservegetations-Bestände sondern auch und vor allem aufgrund von direkten Verlusten des Lebensraums (Habitatverluste). Das Verschwinden und Verlanden der geeigneten Lebensräume der Großmuscheln, nämlich die nährstoffreichen Seitenbuchten und Stillgewässer, muss daher genauer betrachtet werden.

Aktuelle Situation der Muschel-Habitate im Gebiet und Auswirkung auf die Population

Der aktuelle Zustand der Hagenauer Bucht und der Direktvergleich zu den 1970er-Jahren sind in den Abbildungen 3 und 4 ersichtlich. Die Fläche, die theoretisch für Muschelbestände in Frage kommt, macht nur noch einen kleinen Bruchteil der Ausdehnung in den 70er- und 80er-Jahren aus. Genau deshalb darf die Gesamtmuschelzahl nicht mit ~ 3,7% angenommen werden, wie sich aus der Besiedlungsdichte im Direktvergleich zu 1975 errechnet. Die tatsächliche Muschelzahl, die rezent in der Hagenauer Bucht lebt, beträgt wohl weniger als 1% im Vergleich zu den 70er-Jahren.

Wie auf dem Satellitenbild (Abb. 4) zu sehen ist, werden in der Zeit mit hinreichend warmem Wasser (aktive Lebensweise der Großmuscheln bei Wassertemperatur > ca. 8 °C) einige Gewässerabschnitte (fast) nicht durchströmt und sind somit nicht dem Schwebstofftransport ausgesetzt. Das hat zur Folge, dass dadurch auch kein Detritus aus dem Einzugsgebiet des Inns in diese Seitenbuchten gelangen kann, der Hauptbestandteil des organischen Materials dürfte aufgearbeitetes Material (Laub und Totholz) der Silberweide (*Salix alba*) sein, siehe REICHHOLF (2001). In diesen Bereichen ist die Malermuschel (*Unio pictorum*), welche im Eng-

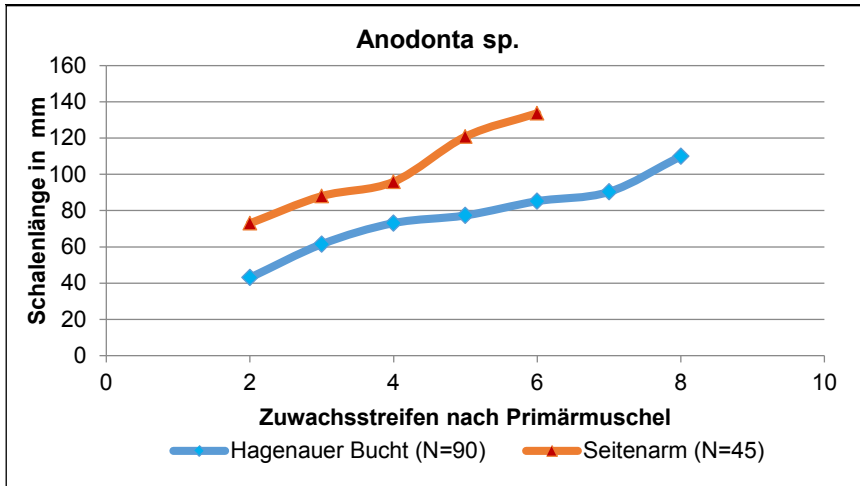


Abb. 17: Vergleich der Wachstumsraten heimischer Teichmuscheln *Anodonta* sp. im Seitenarm und in der restlichen Hagenauer Bucht. Die blaue Linie zeigt die Wachstumskurve der gesamten Hagenauer Bucht unter Ausschluss des Seitenarms.

lischen „Painter’s mussel“ genannt wird, dominant: Auf 4 Exemplare *U. pictorum* kommt 1 Ex. Teichmuschel (*Anodonta* sp., *Sinanodonta woodiana*). Nur starke Hochwässer bringen große Schlamm- und Sedimentmassen in die Seitenbuchten.

Durchströmte Gewässerabschnitte weisen eine deutliche, ja sehr deutliche Dominanz der Malermuschel und geringe organische Anteile im Bodenschlamm auf: rund 97 % der hier gefundenen Muscheln waren Malermuscheln. Dieser Befund lässt sich schlicht durch die Bevorzugung von stillen Gewässern der Teichmuschel erklären. Das Vorbeiströmen des sehr nahrungsarmen Inns hat interessante Verhaltensmuster der dort lebenden Muscheln zur Folge. Sie müssen zur Nahrungsaufnahme nicht aktiv im Schlamm umherkriechen. Diese Einsparung an Bewegungsenergie macht sich im recht guten Schalenwachstum bemerkbar, obwohl vergleichsweise wenig Nahrung im Bodenschlamm zur Verfügung steht. Die „eutrophierende Wirkung der Strömung“ beschreibt den Effekt, dass der Detritus zur Muschel getragen wird und so der geringere Anteil an organischem Detritus im Bodenschlamm teilweise bis weitgehend, je nach Strömungsverhältnissen, ausgeglichen oder gar überkompensiert werden kann.

Ein Seitenarm (im Norden der Bucht) findet bereits in BILLINGER u. a (2014) Erwähnung: „In einem Seitenarm (Wassertiefe < 75 cm) in der Hagenauer Bucht wurde die Muschelpopulation und deren Dichte genauer bestimmt: In 95 m² (1 m² - Probeflächen) befanden sich 145 Großmu-

scheln, also Ø 1,5/m². Der Untergrund war sehr schlammig, man konnte sich nur schwer fortbewegen.“ Letzteres steht für hohen organischen Anteil im Sediment. Aufgrund der Verwirbelung von Wasser im Mündungsbereich wird der Seitenarm ständig mit frischem Innwasser versorgt. Auch die Silberweidenbestände rund um den Seitenarm versorgen diesen mit organischem Material.

Der Status quo zeigt ein signifikant schnelleres Wachstum von *Anodonta* sp. im Seitenarm als im restlichen Gebiet (Abb. 17). Auch die vom Schlamm „zu ernährende“ Lebendbiomasse spricht für das bessere Nahrungsangebot im Seitenarm: Die dominante Art ist hier *Sinanodonta woodiana*, Exemplare mit einem Nassgewicht von über 1000g wurden von mir in der Bucht gefunden.

Hohe Produktivität in Form von schnellem Schalenwachstum und großer Lebendbiomasse, doch der Schein trügt: Die Ablagerung durch genau dieses Prinzip der Strömung und des Kehrwassers ist verbunden mit der Sedimentation von Feinstsand (Schlick). Der Lebensraum wird in den nächsten Jahren einer zunehmenden Verlandung ausgesetzt sein: es handelt sich um ein Habitat mit Ablaufdatum.

Durch die Schwebstofffracht, welche schon bei der jährlich auftretenden Hochwasserführung in den Seitenarm gelangt, ist dieser Teilabschnitt der Hagenauer Bucht als biotischer Zeitraffer zu betrachten. Hier findet die Sedimentation von Feinsand regelmäßig und häufiger statt.

Ausblick in die Zukunft – Schicksal der Großmuscheln der Hagenauer Bucht

Die Abnahme der Muschelhäufigkeit wird auch die Bisamratte zu spüren bekommen, was sich zu einem Desaster für die Großmuschel-Population aufschaukeln könnte: Der Bisam taucht im Wasser nach Muscheln und bevorzugt dabei Exemplare mit einer mittleren Schalenlänge von 7-7,5 cm. Damit es sich für den Nager rentiert, darf er während des Tauchgangs nicht mehr Energie „verbrauchen“ als ihm das Muschelfleisch bringt. Damit wird die Bisamratte bei sinkender Muscheldichte auch auf Muscheln mit einer vom bevorzugten Längenspektrum abweichenden Größe zurückgreifen (müssen). Diese Fresstätigkeit kann für den zukünftigen Restbestand der Großmuscheln von beträchtlicher Bedeutung werden. Die Tragweite dieser Bestandsbeeinflussung ist gegenwärtig noch nicht abschätzbar. Angemerkt sei hier jedoch, dass der Mensch nicht den Platz des Bisamräubers einnehmen sollte. Daten über die gegenwärtige Ausbreitung des Fischotters (*Lutra lutra*), des vielleicht besten natürlichen Regulators der Bisamratte am unteren Inn, hat SAGE (2012) zusammengestellt. Demnach ist von einer bereits weitgehenden Besiedlung des unteren Inns bis über die Salzachmündung hinaus auszugehen (Ergänzungen in REICHHOLF 2013).

Im Gegensatz zur ökologischen Wechselwirkung Fischotter - Bisamratte sind Faktoren, die generell zur Abnahme der Muscheldichte im Untersuchungsgebiet führten, anders zu betrachten. Wie bereits erwähnt, ist die nachhaltige „Verbesserung“ der Wasserqualität auf Güteklasse II der Hauptgrund für die Abnahme der Großmuschel-Abundanz der letzten Jahrzehnte. REICHHOLF (1994): „Da diese Entwicklung kein Ausnahmefall für den unteren Inn ist, sondern allgemein in Mitteleuropa die Wasserqualitätsverhältnisse verbessert werden (sollen), erhebt sich die Frage, wie weit diese Tendenz gehen soll. Ein zu hoher Grad an Wasserqualität beeinträchtigt die biologische Produktivität der Gewässer. Die Standards und Zielsetzungen sollten auf der Basis der Entwicklungen bei Wasservögeln, Fischen und anderen aquatischen Lebewesen neu überdacht und diskutiert werden.“

Reicht es, dass da und dort ein wenig Laub vom Ufer ins Wasser fällt, um

die Nahrungsketten mit organischen Stoffen zu versorgen? Wohl eher nicht. Es scheint, als ob der Weiden fällende Biber, dessen Wiederansiedelung ein großes Erfolgsprojekt des Artenschutzes darstellt, die Problematik verstanden hätte.

Fazit

Der die Großmuschelbestände begrenzen und dezimierende Faktor der letzten Jahrzehnte war die anhaltende Verringerung des Nahrungsangebotes, anthropogen verursacht und angestrebt.

Außerdem wirkte und wirkt die landschaftliche Veränderung der Bucht doppelt bestandsdezimierend:

* Sie verhindert(e) die großflächige Ausbreitung der Unterwasservegetation: Infolgedessen sank sowohl die Detritusproduktion der hier lebenden und Pflanzen fressenden Wasservögel (Blässhuhn, Höckerschwan, Schnatterente) als auch die sich zu Detritus umbildende tote submerse Flora auf ein Minimum.

* In weiterer Zukunft wird das Verschwinden des Lebensraums direkt für Rückgänge des Bestands verantwortlich sein. Die fortschreitende Verlandungsdynamik im Stauraum wird weitere, sich jetzt noch knapp unter der Wasseroberfläche befindende Schlickbänke exponieren. Den Großmuscheln wird durch die Verlandung der Lebensraum genommen.

Dieses nüchterne Fazit macht kaum Hoffnung, dass man in weiterer Zukunft noch lebende Muscheln in den Innstauseen finden wird. Umso wichtiger erscheint die wissenschaftliche Schlussfolgerung, dass im sauberen Wasser (fast) kein Leben stattfinden kann, die Muscheln beweisen diese Behauptung als Bioindikatoren beispielhaft. Doch zum sauberen Wasser kommt in den Innstauseen noch die starke und rasche Verlandung der Staubecken. Diese hat einen großen wissenschaftlichen Wert, denn die Zeitspanne der Veränderungen,

die auf das Prinzip der Verlandung zurückzuführen sind, ist viel kürzer als in vergleichbaren Flüssen und Gewässern. Man wird sich an dieser Entwicklung orientieren können.

Anmerkung

Aufgrund fehlender Eigenerfahrung und der bekannten besonderen Schwierigkeiten bei der Artabgrenzung innerhalb der Teichmuscheln konnte in deren Lebendpopulationen in der Hagenauer Bucht nicht zwischen *Anodonta anatina* und *Anodonta cygnea* unterschieden werden. Nach ISRAEL (1913) sei es ganz richtig, alle Anodonten (Ausnahme *Anodonta complanata*) als ein und dasselbe Tier aufzufassen, welches sich unter den wechselnden Bedingungen zu den verschiedensten morphologischen Gestaltungsmöglichkeiten ausbildet. Die Bismaratte unterzieht die Lebendpopulation einer selektiven Auswahl, sie bevorzugt den Verzehr der dünnchaligen Teichmuscheln. Da sich nun in den archivierten Schalenresten-Haufen der Bismaratte eine konzentrierte Anzahl von Teichmuschelschalen befindet, können diese später gegebenenfalls artbestimmt werden. Die Ergebnisse können dann für die Lebendpopulation übernommen werden. Der große amerikanische Muschelexperte Simpson kam letztlich zum Schluss, „*daß das Leben zu kurz und zu wertvoll sei, um es dem Studium der europäischen Anodonten zu widmen.*“

Dank

Ich möchte Frau Dr. Erna Aeschl für kritische Durchsicht des Manuskripts und Bereitstellung von Untersuchungsmaterial sehr herzlich danken. Für jegliche Hilfe während der Kartierungen danke ich meinem Vater Karl Billinger. Meinen besonderen Dank möchte ich Univ. Prof. (em.) Dr. Josef H. Reichholf aussprechen, er begleitet mich nun seit dem Frühjahr 2014 bei meinen malakologischen Untersuchungen am unteren Inn.

Ihm gebührt für fachliche Betreuung (immer in verständlicher Art und Weise) und Bereitstellung von Untersuchungsmaterial bzw. Literatur der größte Dank.

Literatur

- BILLINGER F., MAYR P., SEEBURGER B. (2014): Neues Vorkommen der Chinesischen Teichmuschel *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) am unteren Inn. Mitt. Zool. Ges. Braunau 11(2): 261-270.
- ERLINGER G. (1981): Vogelparadies aus Menschenhand – die Hagenauer Bucht. ÖKO-L 3(2): 3-9.
- ISRAEL W. (1913): Biologie der europäischen Süßwassermuscheln. Stuttgart, K.G.Lutz.
- REICHHOLF J. H. (1975): Zur Nahrungsökologie der Bismaratte (*Ondatra zibethica*, Rodentia, Microtinae) am unteren Inn. Faunistisch – Ökologische Mitteilungen 5: 1-9.
- REICHHOLF J. H. (1981): Ökosystem Innstausee – Wie „funktioniert“ ein Vogelparadies? ÖKO-L 3(2): 9-14.
- REICHHOLF J. H. (1993): Comeback der Biber – Ökologische Überraschungen. München, C. H. Beck.
- REICHHOLF J. H. (1994): Die Wasservögel am unteren Inn – Ergebnisse von 25 Jahren Wasservogelzählung: Dynamik der Durchzugs- und Winterbestände, Trends und Ursachen. Mitt. Zool. Ges. Braunau 6(1): 1-92.
- REICHHOLF J. H. (1998): Stauseen – Tod oder Wiedergeburt der Flüsse? Biologie in unserer Zeit, 28: 149-156.
- REICHHOLF J. H. (2001): Die Entwicklung des Silberweiden-Auwaldes auf den Anlandungen in den Stauseen am unteren Inn. Mitt. Zool. Ges. Braunau 8(1): 27-39.
- Reichholf J. H. (2009): Die Zukunft der Arten: neue ökologische Überraschungen. München, C. H. Beck.
- REICHHOLF J. H. (2013): Faunistisch-ökologische Mitteilungen vom Unteren Inn (1). Mitt. Zool. Ges. Braunau 11(1): 15-36.
- SAGE W. (2012): Der Fischotter *Lutra lutra* am „Unteren Inn“. Situation und Ausblick. Mitt. Zool. Ges. Braunau 10(3): 271-279.

VOGELKUNDE

Theodor MEBS, Daniel SCHMIDT: **Die Greifvögel Europas, Nordafrikas und Vorderasiens.** Biologie, Kennzeichen, Bestände 2. überarb. Aufl., 496 Seiten, 389 Farbfotos, 346 Farbzeichn., 46 SW-Zeichn., Preis: € 72,-; Stuttgart: Franckh-Kosmos, 2014; ISBN: 978-3-440-14470-1

Greifvögel sind faszinierende Lebewesen, die durch ihr kühnes Aussehen und ihre Flugleistungen begeistern. Sie erfüllen wichtige Funktionen in der Natur und bedürfen eines umfassenden Schutzes.

Dieses umfangreiche Buch, welches in der 2. Auflage komplett überarbeitet und aktualisiert wurde, beschreibt ausführlich Bi-

ologie, Verhaltensweisen, Anpassungen, Lebensraum-Ansprüche und Schutzmaßnahmen aller 45 in Europa, Nordafrika und Vorderasien vorkommenden Greifvogel- und Falkenarten. Es ist Bestimmungsbuch und Nachschlagewerk in einem. (Verlags-Info)

