©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	3	525–540	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000

Die Gefährdung der großen Süßwassermuscheln durch den Bisam *(Ondatra zibethicus)* *

von

ELKE ZAHNER-MEIKE, Poing **

Zusammenfassung: In einem Bach im Ortenau-Kreis, in der südlichen Oberrheinebene (Baden-Württemberg), konnte die Gefährdung eines Bestandes großer Süßwassermuscheln durch den Bisam beobachtet werden. Von August 1995 bis Oktober 1997 wurden hier in einem 60 Meter langen Probestellenabschnitt regelmäßig lebende Muscheln sowie Leerschalen eingesammelt. Mit den Arten *Anodonta anatina, Unio crassus* und *Unio pictorum* wurden im Probestellenabschnitt drei große Süßwassermuschelarten nachgewiesen. Dominierend war die Malermuschel, *Unio pictorum,* mit einer intakten Population. Nach geringen Leerschalenfunden zu Beginn nahmen diese im Probestellenbereich bald drastisch zu. Der starke Rückgang des Muschelbestandes konnte eindeutig auf den Bisam als Räuber zurückgeführt werden. Der Bisamfraß erfolgte über den gesamten Untersuchungszeitraum, mit Schwerpunkten im Winter und beginnendem Frühjahr. Dabei konnte bei der Prädation der Malermuscheln keine Selektion der Beuteindividuen durch den Räuber nach Größe oder, beim Vergleich der Arten, nach der Art festgestellt werden.

1. Einführung

Die Beobachtungen zum Bisam als Muschelräuber stammen aus einem Fließgewässer im Ortenau-Kreis, in der südlichen Oberrheinebene (Baden-Württemberg), auf der Höhe von Kehl. In diesem Bach kommen drei große Süßwassermuschelarten nebeneinander vor: *Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758), *Unio crassus* (Philipsson, 1788) und *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758). Alle drei Arten leben als Filtrierer im Sediment. Dabei ist die Gemeine Teichmuschel, *Anodonta anatina,* mit einer Länge von 7 bis 10 cm (Maximalwerte bei 18 cm), einer Höhe von 5 bis 6 cm und einer Dicke von 3 cm (GLÖER & MEIER-BROOK 1994, SCHOLZ 1992) die größte der drei Muschelarten. Die Malermuschel, *Unio pictorum,* erreicht Längen von 7 bis 9 cm, Höhen von 3 bis 4 cm und Dicken von 2 bis 3 cm (GLÖER & MEIER-BROOK 1994). Die kleinste der vertretenen Arten ist *Unio crassus,* die Bachmuschel oder kleine Flussmuschel, die 5 bis 6 cm lang, 3 bis 3,5 cm hoch und 2,5 bis 3,5 cm dick wird (GLÖER & MEIER-BROOK 1994).

Die Gemeine Teichmuschel ist die weitaus häufigste Art der heimischen Großmuscheln. Sie lebt in ruhigen oder leicht strömenden Gewässern mit klarem Wasser, aber auch reichlich Pflanzenwuchs, und feinkiesigem, sandigem oder schlammi-

* Mit Unterstützung durch Mittel aus dem Prof.-Friedr.-Kiefer-Fonds des BLNN.

** Anschrift der Verfasserin: Dipl.-Biol. E. ZAHNER-MEIKE, Blumenstr. 29, D-85586 Poing

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

gem Grund (GLÖER & MEIER-BROOK 1994, SCHOLZ 1992). Selbst diese Art steht heute bereits auf der Vorwarnliste der Roten Liste (JUNGBLUTH & KNORRE 1995). Die Malermuschel lebt in Flüssen, Altwässern und Seen – etwa von der Äschenregion an – mit möglichst ruhigem Wasser und sandigem bis schlammigem Substrat (SCHOLZ 1992). Sie gilt heute als gefährdet. Als vom Aussterben bedroht wird die Bachmuschel eingestuft (JUNGBLUTH & KNORRE 1995), die auf Bäche mit klarem, schnell fließenden Wasser über sandigem und kiesigen Grund – besonders im Bereich der Forellenregion – angewiesen ist (GLÖER & MEIER-BROOK 1994, SCHOLZ 1992).

In dieser für die großen Süßwassermuscheln kritischen Bestandssituation ist zwangsläufig jeder einzelne mögliche Gefährdungsfaktor von enormer Bedeutung. Einer dieser Faktoren ist der Bisam, *Ondatra zibethicus* L., dessen Rolle als Muschelräuber seit jeher diskutiert wird. Dieses plumpe, gedrungen wirkende Tier gehört in die Gruppe der Wühlmäuse (Arvicolinae). Der lateinische Name *zibethicus* rührt von den paarigen Talgdrüsen des Bisammännchens her, deren Absonderungen dem Duft nach an den Riechstoff der Zibethkatzen (Viverrinae) erinnern (HOFFMANN 1952). Der Bisam wird im Mittel etwa 50 bis 60 cm lang, wovon allein 20 bis 25 cm auf den Schwanz entfallen. Er ist braunschwarz und sein Normalgewicht liegt bei 1 bis 1,5 kg. Besonderes Merkmal des Bisams ist sein schwarzgrauer, lederartiger Schwanz, der flach, zum Ende hin leicht gebogen sowie spitz zulaufend ist (HOFFMANN 1952). Charakteristisch für den Bisam sind zudem die großen Hinterfüße. Anstelle von Schwimmhäuten, besitzt der Bisam an den Zehen und seitlich an den Sohlenrändern dichte Reihen feiner Schwimmborsten, die die Oberfläche seiner Ruderfüße vergrößern (HOFFMANN 1952). BECKER ermittelte 1973 ein Maximalalter der Bisame von drei Jahren. PROULX & GILBERT (1983) fanden bei ihren Untersuchungen dagegen bis zu fünf Jahre alte Bisame. Ein Bisamweibchen hat im Schnitt 1,5 bis 2,0 Würfe pro Jahr (CLAY & CLARK 1985, ERICKSON 1963). Die mittlere Anzahl Junge pro Wurf liegt etwa bei 7 (TROOSTWIJK 1976, MARCSTRÖM 1964, HOFFMANN 1952). Allerdings variiert die Anzahl der Jungen je nach Qualität der Territorien und nach dem Alter der Bisamweibchen (AKKERMANN 1975, DANELL 1978, ERICKSON 1963, HJÄLTEN 1991, TROOSTWIJK 1976).

Der Bisam wurde erst 1905 in Europa eingeführt, bis dahin war er nur in Nordamerika und Kanada heimisch. Graf Colloredo-Mannsfeld nahm in jenem Jahr Bisampaare aus Nordamerika mit in seine Besitzungen bei Prag (HOFFMANN 1952). Angeblich überlebten fünf Bisame die Reise und diese fünf bzw. deren Nachkommen traten den Eroberungszug durch ganz Europa an. Die ersten Einwanderungen nach Deutschland sind aus den Jahren 1914 bis 1915 bekannt (HOFFMANN 1952). Heute ist der Bisam fester Bestandteil der europäischen Fauna. Sein Vorkommen ist stets an Wasser gebunden, aber bei den Gewässern selbst ist er nicht wählerisch (TROOSTWIJK 1976). Er kann in allen von den großen Süßwassermuscheln besiedelten Gewässern existieren, dementsprechend groß ist die Gefahr für die Muscheln, die vom Bisam ausgeht. Einzige Limitierungsfaktoren beim Gewässer sind für den Bisam starke Wasserstandsänderungen und heftige Wasserbewegungen (TROOSTWIJK 1976).

Die vorliegende Untersuchung stellt beispielhaft die Auswirkungen des Bisamfraßes auf den Muschelbestand dar. Dabei soll nicht nur verfolgt werden, wie hoch der Einbruch der Muschelpopulation ist, sondern auch, inwiefern der Bisam die Muscheln nach Art oder Größe selektiert. Am Ende steht eine umfassende Diskussion der Problematik und der eventuell zu ergreifenden Maßnahmen.

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

2. Methoden

Im untersuchten Bach wurde im August 1995 bei einer Bachbreite von 1 bis 2 m eine Probestelle von 60 m Länge festgelegt. Der Probestellenbereich wurde in der Folgezeit regelmäßig mit einem Guckkasten – einer Kunststoffwanne mit transparentem PVC-Boden – abgegangen. Dabei wurde der Gewässergrund nach lebenden Muscheln abgesucht und gleichzeitig alle Leerschalen eingesammelt. Die zu den Leerschalen angegebenen Anzahlen meinen immer ganze Muscheln. Auch leere Schalenhälften, zu denen das Pendant nicht gefunden werden konnte, wurden als eine ganze Muschel registriert.

Die Lebendfunde wurden vor Ort bestimmt und ihre Anzahl pro Muschelart registriert. Bei den gefundenen Malermuscheln wurde vor Ort mit einer Schieblehre die Länge gemessen. Sie wurden mit Kunststoff-Lack (Cowisit Kunststoff-Lack der CWS-Lackfabrik) individuell markiert, indem mit dem Lack Nummern auf die abgetrocknete Muschel aufgetragen wurden. Nach dem Trocknen des Farbstoffes konnte die Malermuschel wieder an ihre Fundstelle in den Bach zurückgesetzt werden. Eine derart detaillierte Untersuchung fand nur bei den Malermuscheln statt, da die beschriebene Untersuchung Teil einer umfangreichen Arbeit über Malermuscheln ist.

Nach dieser Methode wurde die Probestelle in möglichst regelmäßigen Abständen von Ende August 1995 bis Oktober 1997 abgesucht.

3. Ergebnisse

3.1 Ausgangssituation des Muschelbestandes

Die Grundlage für die Abbildungen 1 und 2, welche die Ausgangssituation des Muschelbestandes darstellen, sind jeweils die Daten des ersten Suchganges (am 7. und 12. September 1995), da zu diesem Zeitraum noch keine unmittelbare Beeinflussung durch den Bisam existierte (Abb. 4).

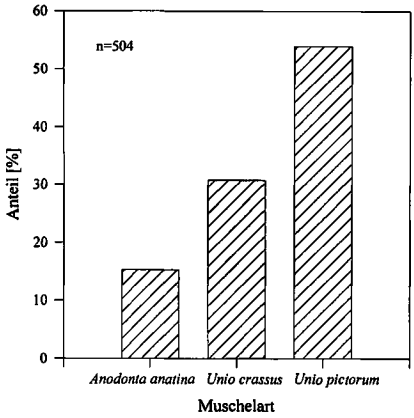

Abb. 1: Anteile der Muschelarten an den Lebendfunden zu Untersuchungsbeginn (Daten des ersten Suchganges am 7. und 12. 9. 1995, n = Summe aller Lebendfunde).

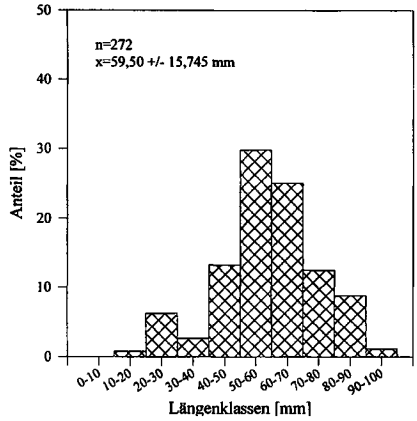

Abb. 2: Anteile der Längenklassen an den lebenden Malermuscheln, *Unio pictorum*, zu Untersuchungsbeginn (Daten des ersten Suchganges am 7. und 12. 9. 1995, n = Summe der gefundenen Malermuscheln, x = Mittelwert ± Standardabweichung).

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

Dabei zeigt die Abbildung 1 die Artenzusammensetzung des Muschelbestandes im Untersuchungsgewässer; vertreten sind die Arten *Anodonta anatina, Unio crassus* und *Unio pictorum.* Unter den drei gefundenen Muschelarten dominiert die Malermuschel, *Unio pictorum.* Sie kommt häufiger vor, als die anderen beiden Arten zusammen (Abb. 1). Von den beiden verbleibenden Arten ist die Bachmuschel, *Unio crassus,* die häufigere.

Die Verteilung der lebenden Malermuscheln, *Unio pictorum,* auf die Längenklassen zeigt zu Beginn der Untersuchung (Abb. 2) ein Maximum bei einer Schalenlänge von 50–60 mm, der Mittelwert liegt bei einer Länge von 59,50 ± 15,745 mm (Standardabweichung). Die kleinen Muschelindividuen unter einer Schalenlänge von 10 mm fehlen ganz und bis zu einer Länge von 40 mm sind sie nur schwach vertreten. Die Maximallängen liegen in dem Intervall von 90 bis 100 mm.

3.2 Lebendfunde im Zeitverlauf

Die Darstellung der Lebendfunde im Zeitverlauf (Abb. 3) deutet bereits auf ein einschneidendes Ereignis innerhalb des Muschelbestandes hin: Die Zahlen der Lebendfunde nehmen im Winter 1995 dramatisch ab. Die jeweiligen Artenanteile an den Lebendfunden variieren über den gesamten Untersuchungszeitraum stark; tendenziell nimmt der Malermuschelanteil ab.

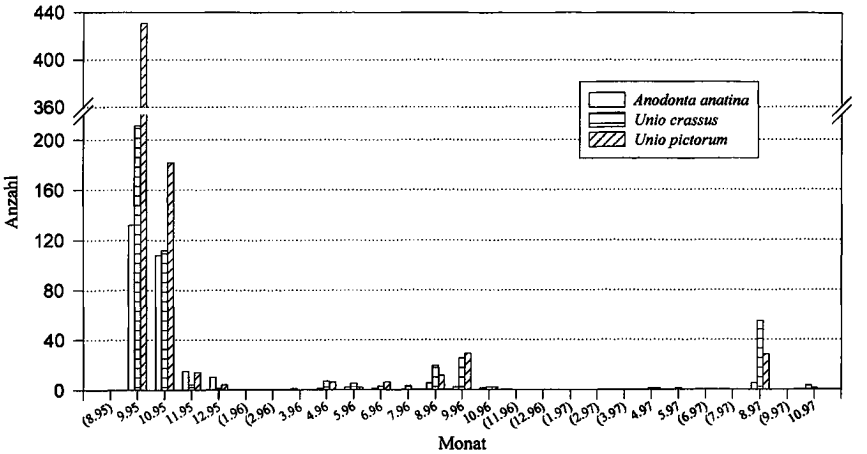

Abb. 3: Anzahl der Lebendfunde der jeweiligen Muschelart über den gesamten Untersuchungszeitraum (in den in Klammern gesetzten Monaten fand keine Muschelsuche statt).

3.3 Der Bisamfraß im Jahresverlauf

Einen Hinweis auf den Verbleib der lebenden Muscheln (Abb. 3) gibt die Darstellung der Leerschalenfunde im Untersuchungszeitraum (Abb. 4). Die minimalen Funde leerer Schalen zu Untersuchungsbeginn nehmen ab Oktober 1995 sehr stark zu, zum Frühjahr 1996 verringern sich die Leerschalenfunde wieder. Im folgenden Zeitraum ragen bei einem generell niedrigen Niveau der Schalenfunde wenige kleinere Gipfel heraus.

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

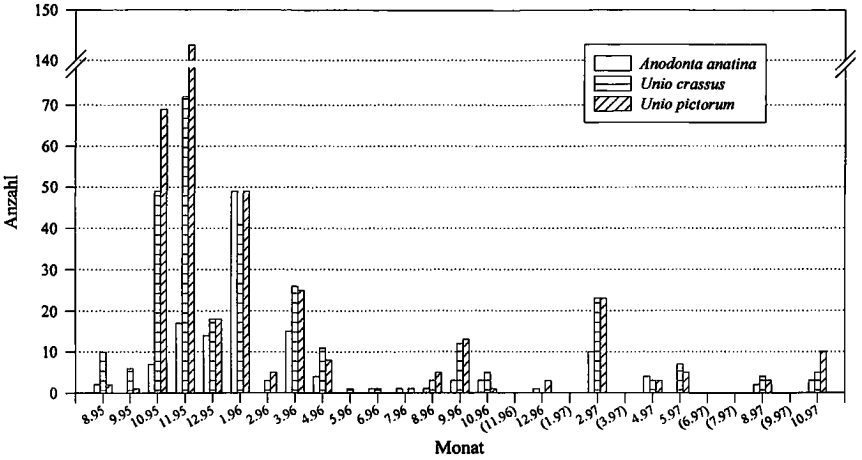

Abb. 4: Anzahl der Leerschalenfunde der jeweiligen Muschelart über den gesamten Untersuchungszeitraum (in den in Klammern gesetzten Monaten fand keine Suche nach Leerschalen statt).

Es finden sich eindeutige Belege dafür, dass es sich bei den gefundenen Leerschalen um die Reste von Bisamopfern handelt: Charakteristisch ist die Fundstelle der Muschelschalen, meist im Flachwasserbereich in unmittelbarer Ufernähe. Der Bisam trägt die Muscheln zu diesen geschützten Stellen – seinen Fraßplätzen –, an denen er sie verzehrt (ENDERS 1932). Die Futterplätze werden wiederholt benutzt, so dass sich hier typische Leerschalenhaufen ansammeln (AKKERMANN 1972, BRANDER 1955, ENDERS 1932, JOHNSON 1925). Beim Öffnen der Muscheln hinterlässt der Bisam Kratzer und Nagespuren auf den Schalen. An den Schalen frisch vom Bisam getöteter Muscheln findet man noch anheftende Weichteile, meist die Insertionsabschnitte der Schließmuskeln (AKKERMAN 1972, BRANDER 1955). Sicherer Beleg für das Vorkommen der Bisame waren zwei Tiere, die im Winter 1995/96 in aufgestellten Fallen im Probestellenbereich gefangen wurden.

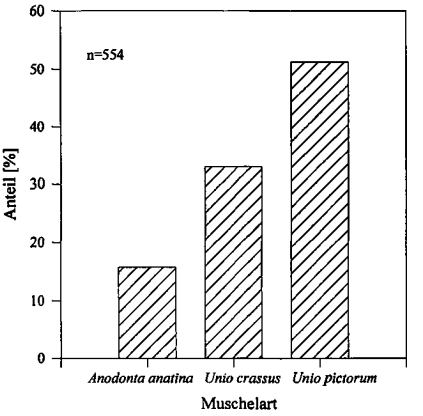

Abb. 5: Anteile der Muschelarten an den Leerschalenfunden von August 1995 bis Februar 1996 (n = Summe aller von August 1995 bis Februar 1996 gefundenen Leerschalen).

3.4 Selektion der Muscheln durch den Bisam

In der Abbildung 4 sind bereits die Anteile der verschiedenen Muschelarten an den Leerschalenfunden zu sehen, allerdings ist hier über die Zeit keine einheitliche Tendenz bezüglich der Bevorzugung bestimmter Arten

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

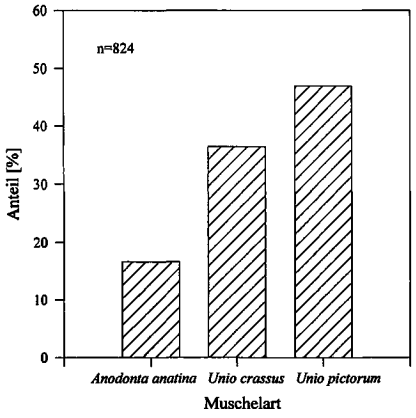

Abb. 6: Anteile der Muschelarten an den Leerschalenfunden des gesamten Untersuchungszeitraumes (n = Summe aller Leerschalenfunde im Untersuchungszeitraum).

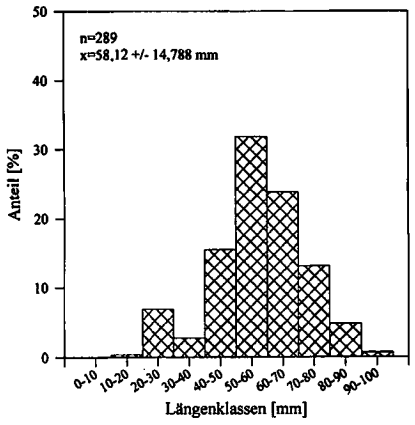

Abb. 7: Längenklassenanteile der von August 1995 bis Februar 1996 gefundenen Malermuschelleerschalen (n = Summe der von August 1995 bis Februar 1996 gefundenen leeren Malermuschelschalen).

feststellbar. Die Daten zu den Artenanteilen an den leeren Muschelschalen der Anfangsphase, von August 1995 bis Februar 1996, sind in der Abbildung 5 dargestellt. Den ersten Eindruck des Vergleiches der Abbildungen 5 und 1 bestätigt das Ergebnis des statistischen Tests: Es existiert kein Unterschied zwischen den Artenanteilen der Lebendfunden und denen der Leerschalenfunde (χ^2= 0,827, D.F. = 2, p = 0,661). Auch bei den Leerschalenfunden dominiert die Malermuschel eindeutig, gefolgt von der Bachmuschel und der Gemeinen Teichmuschel.

Über den gesamten Untersuchungszeitraum gesehen ergibt sich allerdings ein anderes Bild. Die jeweiligen Artenanteile an der Summe aller gefundenen Leerschalen zeigt die Abbildung 6. Zwar ist auch hier bei den Bisamopfern eine Dominanz der Malermuschel, *Unio pictorum,* festzustellen, doch ist die Bachmuschel, *Unio crassus,* weit häufiger vertreten, als das aufgrund der Ausgangssituation des Muschelbestandes zu erwarten wäre (Abb. 1). Ein statistischer Vergleich (χ^2-Homogenitätstest) der Verteilungen der Artenanteile an den Lebend- bzw. Leerschalenfunden zeigt einen schwach signifikanten Unterschied (Pearson-χ^2 = 6,360, D.F. = 2, p = 0,042) zwischen ihnen, wenn mit den Schalenfunden des gesamten Untersuchungszeitraumes verglichen wird.

Die Abbildung 7 mit der Darstellung der Längenklassenanteile, wie sie bei den von August 1995 bis Februar 1996 gefundenen leeren Malermuschelschalen bestanden, ist besonders im Zusammenhang mit der Abbildung 2 interessant. Bei dem Vergleich bezüglich der Längenklassenverteilung der Malermuscheln wurde besonders darauf geachtet, nur Daten eines Zeitraumes zu berücksichtigen, innerhalb dessen noch keine Verschiebung der Längen durch Wachstum stattfand.

Die Verteilung der Längenklassen bei den lebenden Malermuscheln zu Untersuchungsbeginn (Abb. 2) unterscheidet sich nicht von der der eingesammelten Malermuschelleerschalen (Abb. 5). Auch hier stützen die Ergebnisse des Homogenitätstests die Beobachtung; der Unterschied ist nicht signifikant (χ^2=4,398,

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

D.F. = 6, p = 0,623). Wie bei den Lebendfunden konnten Leerschalen der Malermuschel erst ab einer Länge von 10 mm gefunden werden. Das Maximum der Funde lag im Bereich der Längenklasse von 50 bis 60 mm.

3.5 Situation des Muschelbestandes nach dem Bisameingriff

Insgesamt konnten von August 1995 bis Oktober 1997 auf der 60 m langen Probestelle 460 lebende Malermuschelindividuen markiert werden. Von diesen wurden innerhalb der Probestelle sowie im bachabwärts gelegenen Abschnitt 277 (= 60,22 %) als Leerschalen wiedergefunden. Innerhalb des gleichen Zeitraumes wurden allein im Probestellenbereich 387 leere Malermuschelschalen gefunden. Insgesamt konnten sogar 824 leere Muschelschalen im Verlaufe der 60 m des Baches gesammelt werden.

4. Diskussion

4.1 Ausgangssituation des Muschelbestandes

Die Existenz dreier verschiedener Großmuschelarten nebeneinander (Abb. 1) in dem relativ kleinen Untersuchungsgewässer ist eine Besonderheit. Da die Habitatanforderungen (siehe Kapitel 1) der drei vertretenen Arten unterschiedlich sind (Glöer & Meier-Brook 1994, Scholz 1992), ist es erstaunlich, dass sie in diesem Bach, dessen Strukturen kaum variieren, gemeinsam bestehen können. Der jeweilige Artenanteil zeigt dabei, welche Art sich unter den gegebenen Bedingungen durchsetzt. Das ist im gegebenen Fall die Malermuschel. Es ist auszuschließen, dass bei der Datenerhebung die verschiedenen Muschelarten mit unterschiedlicher Effektivität erfasst wurden, da ihre Größen in etwa einem Bereich liegen (siehe Kapitel 1).

Die Verteilung der Malermuschelindividuen auf die verschiedenen Längenklassen (Abb. 2) ermöglicht eine Interpretation bezüglich der Güte ihrer Population. Aufgrund des jährlichen Schalenwachstums der Muscheln, gibt die Darstellung der Längenklassenverteilung einen Einblick in die Altersstruktur des *Unio pictorum* Bestandes. Sehr kleine und damit junge Individuen fehlen hier ganz bzw. sind nur sehr gering vertreten.

Dazu ist zu ergänzen, dass kleinere Muscheln mit der angewandten Methode schwerer zu erfassen sind. Erstens sind die kleinen Muscheln schlechter zu sehen, denn von den im Sediment vergrabenen Muscheln sind nur die Ein- und Ausströmöffnungen zu sehen. Diese haben selbst bei größeren Malermuscheln nur einen Durchmesser von etwa je 5 mm. Bedeutend schwieriger wird das Auffinden einer Muschel, wenn ihre Öffnungen geschlossen sind. In diesem Fall kann eine größere Muschel sich dennoch durch ihre aus dem Sediment ragenden Strukturen verraten, eine kleine Muschel bleibt unsichtbar. Zweitens leben insbesondere die sehr jungen Malermuscheln im Interstitialraum des Gewässers (Buddensiek et al. 1990, Fleischauer-Rössing 1990) und sind daher gar nicht zu sehen. Bedingt durch die angewandte Methode sind daher die kleinen Muscheln bei der Datenerfassung unterrepräsentiert.

Malermuscheln mit einer Länge unter 10 mm sind zudem kaum zu erwarten, da die Jungmuscheln nach dem Abfallen vom Wirtsfisch, etwa von Mai bis Juli, zum dargestellten Zeitpunkt (Abb. 2) bereits größere Längen erreicht haben können (Fleischauer-Rössing 1990).

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

Nach einem Maximum im mittleren Längenbereich bei 50 bis 60 mm, nimmt die Zahl der Muscheln pro Längenklasse wiederum ab (Abb. 2). Diese Entwicklung setzt mit dem Erreichen der Maximallänge (siehe Kapitel 1) bzw. des Maximalalters ein, das heißt die Abnahme der Muschelanteile ab dem Längenklassenbereich von 70 bis 80 mm entspricht hier der natürlich zunehmenden Mortalität.

Unter Einbezug dieser Aspekte ist die Längenklassenstrukur der Malermuschelpopulation im Probestellenbereich zu Untersuchungsbeginn als relativ günstig zu beurteilen. Es handelt sich um eine intakte, sich reproduzierende Population. Sie hebt sich damit von den heute häufig zu findenden maßlos überalterten und damit stark in ihrer Existenz bedrohten Muschelpopulationen ab (Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen 1996, BUDDENSIEK et al. 1990). Allerdings ist die geringe Anzahl junger Muscheln nicht ohne Bedeutung, denn die vorhandene Situation ist damit sehr sensibel. Das Auftreten minimaler Negativeinflüsse könnte den gesamten Nachwuchs vernichten und damit das weitere Bestehen der Population gefährden.

4.2 Lebendfunde im Zeitverlauf

Der zeitliche Verlauf der lebenden Muschelfunde (Abb. 3) stimmt sehr bedenklich, denn die Abnahme der Funde ist dramatisch. Hierzu ist an erster Stelle eine Methodenkritik angebracht: Die Effektivität der Muschelsuche ist sicherlich stark von den Bedingungen im Gewässer abhängig. Dazu ist zu sagen, dass bei den einzelnen Suchgängen darauf geachtet wurde, möglichst ähnliche Bedingungen vorzufinden. Dementsprechend ergaben sich auch Phasen (Abb. 3 und 4), in denen gar keine Muschelsuche durchgeführt werden konnte, nämlich zu Zeiten hoher Wasserführung und entsprechend starker Trübung sowie in vegetationsreichen Zeiträumen, in denen der Bach zum Teil vollkommen zugewachsen war, und in den Wintermonaten, in denen der Probestellenbereich ganz oder teilweise zugefroren war. Es liegt auf der Hand, dass bei allen Bemühungen im Gelände niemals völlig identische Bedingungen herrschen können. Dennoch erklärt dies nicht einen derart drastischen Rückgang der Lebendfunde, der zudem über einen so langen Zeitraum bestehen bleibt. Das ist in einem Gewässer, das mit einer geringen Breite, sandigem Sediment und einer unter Normalbedingungen geringen Wassertiefe von ca. 40 cm beste Voraussetzungen für die Muschelsuche bietet, nicht zu erwarten. Für den Rückgang der Zahl der lebenden Muscheln ist somit eine andere Ursache zu suchen.

Ein Abwandern der Muscheln in andere Gewässerbereiche oder in tiefere Sedimentschichten ist zwar möglich, aber auch das kann nicht den starken und anhaltenden Rückgang der Lebendfunde bewirken.

Einen anderen Erklärungsansatz bietet der Vergleich mit den Leerschalenfunden im Probestellenbereich (Abb. 4). Parallel zur Kurve der Lebendfunde (Abb. 3) zeigt die Verlaufskurve der Leerschalenfunde (Abb. 4) den entgegengesetzten Trend: Mit dem einsetzenden Rückgang der lebenden Muscheln steigen die Leerschalenfunde. Dieses Massensterben der Muscheln ist durch die natürliche Mortalität allein nicht zu erklären. Es sind sowohl die eindeutigen Spuren an den Leerschalen (siehe Kapitel 3.3), die den Bisam als verantwortlichen Räuber identifizieren, als auch die Hinweise am bzw. im Gewässer auf die Anwesenheit des Bisams. Diese bestehen darin, dass überall am Ufer – ganz besonders an den typischen Fraßplätzen – Bisamspuren, deutliche Fußabdrücke und Kotreste, ebenso

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

sichtbar sind wie die charakteristischen Grabaktivitäten. Der Fang zweier Tiere war der Beweis für die Anwesenheit des Bisams (siehe Kapitel 3.3).

Die Diskussion über die Nahrung des Bisams zieht sich seit Jahrzehnten durch die Literatur. Zu Beginn wurde der Bisam als reiner Vegetarier angesehen. Bereits 1887 aber diskutiert APGAR die Methode, mit der der Bisam Muscheln öffnet. Auch JOHNSON (1925) erwähnt neben der Pflanzenkost die tierische Kost des Bisams, ebenso ENDERS (1932). JOHNSON (1925) nennt als tierische Zukost des Bisams neben den an erster Stelle stehenden Süßwassermuscheln: Insekten, Krebse, Schnecken, Fische, junge im Wasser gefangene Vögel sowie Fleisch von Amphibien und Reptilien. Allerdings ist BURSIK (1914) der Ansicht, dass viele dieser Beobachtungen nicht dem Verhalten des Bisams in der Natur entsprechen, sondern nur in Gefangenschaft möglich waren. Nach seiner Überzeugung frisst der Bisam einzig Gras und Muscheln. RIEDEL selbst kann 1950 miterleben, wie ein Bisam eine Muschel der Art *Anodonta cygnea* frisst. Dagegen findet DANELL 1978 bei Kotuntersuchungen von Bisamen an einem See in Nord-Schweden keine Anzeichen für tierische Nahrung. Eindeutige Zahlen veröffentlichen CHING & CHIH-TANG 1965. Sie stellen bei Bisamuntersuchungen fest, dass bei 107 aufgenommen Nahrungsarten 93,4 % pflanzlich und 6,6 % tierisch waren. Ähnlich geringe Anteile der tierischen Nahrung erhielt MARCSTRÖM (1964) bei der Untersuchung von Bisammägen im Frühjahr und Sommer; von den 290 Mägen enthielten 100 % pflanzliche Kost und nur 2,8 % zusätzlich tierische. TROOSTWIJK (1976) fasst die inzwischen verbreitetste Ansicht zusammen: Der Bisam ist ein ausgesprochener Vegetarier, der vor allem Wasserpflanzen und eine Vielzahl landwirtschaftlicher Früchte (Getreide, Zuckerrüben u.a.) bevorzugt. Er frisst zudem Süßwassermuscheln und kann sogar unter extremen Bedingungen temporär carnivor werden. Auch MARCSTRÖM (1964) vermutet, dass dies nur in Krisensituationen geschieht. WILLNER et al. (1980) nennen als tierische Kost des Bisams Muscheln, Krebse, Fische oder Schildkröten.

In der vorliegenden Untersuchung konnten Muscheln eindeutig als tierische Zukost des Bisams identifiziert werden (siehe Kapitel 3.3). An den Bisamfraßplätzen wurden auch Reste der Früchte aus der umgebenden landwirtschaftlichen Nutzfläche gefunden, vor allem von Maiskolben. Allerdings in so geringen Mengen, dass hier keine nennenswerte Schädigung vorlag.

4.3 Der Bisamfraß im Jahresverlauf

In der Literatur finden sich verschiedene Ansichten (siehe Kapitel 4.2) dazu, wann der Bisam tierische Nahrung zu sich nimmt. Zum einen wird vermutet, dass das ausschließlich in vegetationsarmen Phasen, also im Winter und frühen Frühjahr der Fall sei, weil dann die pflanzliche Kost knapp ist (BRANDER 1955, BUTLER 1885, MARCSTRÖM 1964). AKKERMANN (1972) dagegen beobachtete an einem großen Verlandungssee in Nordwestdeutschland, dass der Bisam über das gesamte Jahr zusätzlich Muschelfleisch verzehrt; gleiches beobachteten NEVES & ODOM (1989) in Virginia. Auch JOHNSON (1925) fand im nördlichen Minnesota Reste, der vom Bisam gefressenen Muscheln, im Juli und August. MARCSTRÖM (1964) kann anhand eines Vergleiches verschiedener Habitate belegen, dass die Nahrung des Bisams zu identischen Zeiten je nach Lokalität, Lebensalter und Individuum variiert. CAMPBELL & MACARTHUR (1996) stellen entsprechend fest, dass sich die Nahrungsaufnahme an die jeweilige Notwendigkeit des Organismus anpasst. So

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

wechseln zum Beispiel nicht nur die Arten der Futterpflanzen im Jahreszyklus (BUTLER 1940, DANELL 1978), sondern der Bisam frisst auch unterschiedliche Pflanzenteile (CHING & CHIH-TANG 1965). Ebenso verändert sich nach CHING & CHIH-TANG (1965) das Verhältnis zwischen pflanzlicher und tierischer Kost über das Jahr.

Anhand der Daten aus dem Probestellenbereich des Untersuchungsgewässers (Abb. 4) lässt sich kein streng von den Jahreszeiten abhängiger Verlauf des Fressens der Muscheln feststellen. Zu erkennen sind allein Ansätze eines verstärkten Muschelverzehrens in den kälteren Monaten. Bei der Interpretation der erhobenen Daten muss allerdings berücksichtigt werden, dass der Bisam die Muscheldichte im Probestellenbereich extrem reduziert hat; damit nimmt ebenso seine Erfolgschance beim Aufstöbern der Muscheln ab. Diese Folgewirkung beeinflusst sicherlich die Anzahl der Muscheln, die im Verlaufe des Untersuchungszeitraumes dem Bisam zum Opfer fallen.

Die Nahrungsaufnahme des Bisams ist in Kombination mit seinem Verhalten im Jahresverlauf zu sehen: Er beginnt das Jahr im Frühjahr mit einer solitären Phase, in der die Ausbreitungsbewegung einsetzt (AKKERMANN 1975). Nach dem Besetzen der Territorien, leben die Geschlechter im Sommer paarweise zusammen. Den Herbst und Winter verbringen die Bisame in ihren Familienverbänden. Der Bisamnachwuchs kommt in der Regel von März bis August zur Welt (BECKER 1973). Vermutlich ist der Nahrungsbedarf der Bisame in der Zeit der Fortpflanzung und der Versorgung des Nachwuchses besonders groß, so dass in dieser Phase auf alle verfügbaren Nahrungsressourcen zugegriffen wird. Bei günstig erreichbaren und in hoher Dichte vorhandenen Muscheln dementsprechend auch auf sie als Beute. In den vegetationsarmen Zeiten wiederum sind die Muscheln für den Bisam eine wichtige Ersatzressource. Dementsprechend kann der Bisam je nach Bedingungen das ganze Jahr über auf Muscheln als Beute zugreifen.

4.4 Selektion der Muscheln durch den Bisam

Beim Einfluss des Bisams auf die Süßwassermuschelbestände ist die Frage nicht nur, wieviele Muscheln der Bisam frisst, sondern auch, ob er bei der Auswahl seiner Muschelopfer selektiv vorgeht. Vorstellbar wäre, dass er bestimmte Muschelarten oder innerhalb einer Art bestimmte Größen bevorzugt.

Die Auswirkungen eines selektiven Vorgehens des Bisams beim Erbeuten der Muscheln wären weitreichend. Bei der Bevorzugung bestimmter Arten durch den Bisam würde es zum zunehmenden Rückgang gerade dieser Art bzw. Arten kommen. Die Auswahl bestimmter Längenklassen durch den Bisam kann ebenso für den Fortbestand der Population entscheidend sein. Wenn zum Beispiel keine reproduzierenden Weibchen mehr im Gewässer verbleiben und damit die Nachkommenschaft nicht mehr gesichert ist. Oder aber, wenn keine jungen Muscheln mehr vorhanden sind, die den natürlichen Ausfall der alten Individuen auffangen können. Ein selektiver Bisamfraß hätte zur Folge, dass sich die gesamte Populationsstruktur (Artenanteile, Anteile der Alters- oder Größenklassen) der Muscheln gegenüber dem Ausgangszustand verschiebt. Auch auf wissenschaftliche Untersuchungen könnte eine Selektion beim Bisamfraß Einfluss haben, denn viele Datenerhebungen zu Muschelbeständen erfolgen einzig auf der Basis von Leerschalenfunden; bei diesen Leerschalen handelt es sich aber oft zu einem Großteil um Reste von Bisamopfern. Eine Auswertung der so entstandenen Daten würde damit nicht den aktuellen Stand der Muschelpopulation, sondern vielmehr die

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

typische Auswahl des Bisams wiedergeben. Genau davor warnt WATTERS (1993–1994), der anhand seiner Ergebnisse feststellt, dass der Bisam ein voreingenommener Muschelsammler ist, der sowohl nach Größe als auch nach Art selektiert.

JOKELA & MUTIKAINEN diskutieren 1995, dass der Bisam die Muscheln bevorzugt, bei denen das Verhältnis zwischen aufzuwendender und gewonnener Energie optimal ist. Dementsprechend bestehe eine Größenselektion, da sie annehmen, dass die Zeit, die der Bisam zum Öffnen der Muschel benötigt, in einem bestimmten Größenbereich mit der Muschelgröße zunimmt. Entsprechend fanden HANSON et al. (1989) anhand ihrer Beobachtungen heraus, dass der Bisam streng größenselektiv vor allem größere Muscheln fraß und damit einen Einfluss auf die Größenstruktur der Muschelpopulation hatte; zu dem gleichen Ergebnis kamen CONVEY et al. 1989. Im Vergleich zu diesen beiden Arbeiten verblüffen die Daten von WATTERS (1993–1994): Er stellt zwar auch eine Größenselektion fest, aber hier bevorzugt der Bisam kleine Muscheln. Watters selbst vermutet, dass in den Untersuchungsgebieten von HANSON et al. (1989) und CONVEY et al. (1989) nicht solch massive Muschelarten vorkamen wie bei ihm; diese schweren und großen Individuen waren für den Bisam zu unhandlich. Dazu passt die Annahme von NEVES & ODOM (1989), dass der Bisam mittelgroße Muscheln bevorzugt, da große Individuen weniger gut zu erbeuten und zu öffnen seien. Kleine Muschelindividuen dagegen sind nicht nur schwieriger zu öffnen, sondern auch schwer zu finden.

Die Untersuchung der Malermuscheln des Probestellenbereiches auf eine mögliche Größenselektion des Bisams (Abb. 2 und 5) zeigt, dass hier keine größenabhängige Auswahl durch den Bisam stattfindet. Für diesen Untersuchungsaspekt wird auf die Daten der Anfangsphase zurückgegriffen, da das Wachstum der Muscheln in der Folgezeit zwangsläufig eine Verschiebung der Längenklassen bewirken würde. Es ergibt sich beim Datenvergleich kein Unterschied zwischen der Längenklassenverteilung der verfügbaren Muschelindividuen (Abb. 2) und den tatsächlich vom Bisam konsumierten (Abb. 5). Dabei ist zu bedenken, dass die jungen Muscheln aufgrund der verwendeten Methode vermutlich unterrepräsentiert sind (siehe Kapitel 4.1). Das würde bedeuten, dass der Bisam diese auch im Verhältnis zu ihrem tatsächlichen Vorkommen seltener frisst.

Die gleichen Gründe für eine mögliche Größenselektion des Bisams können auf eine Selektion der Muschelarten, die sich zum Beispiel in Größe und Dicke der Schale unterscheiden, übertragen werden. AKKERMANN (1972) entdeckte über das gesamte Jahr eine Bevorzugung von *Anodonta* gegenüber *Unio* durch den Bisam. Dabei war er der Ansicht, dass der Bisam die schwerer zu öffnenden, dickschaligeren Muscheln der Gattung *Unio,* wenn überhaupt, eher im Winter frisst. BRANDER (1955) findet Bisamopfer innerhalb der Arten *Unio tumidus, Unio pictorum, Anodonta piscinalis* (= *anatina), Pseudanodonta complanata* und *Margaritifera margaritifera;* nur die Art *Anodonta cygnea* wurde bei ihm nicht vom Bisam angenommen. WATTERS (1993–1994) Untersuchung ergab, dass es für den Bisam unbedeutend sei, ob die Muschelschale dick oder dünn, glatt oder skulpturiert war.

Im vorliegenden Fall zeigen sich keine Anzeichen für ein selektives Vorgehen des Bisams bezüglich der Muschelart. Der Vergleich der Daten der Lebendfunde und Leerschalendaten der Anfangsphase (Abb. 1 und 3) ergibt keine signifikante Abweichung der beiden Verteilungen voneinander. Ein signifikanter Unterschied ergibt sich allerdings, wenn die Daten der Lebendfunde zu Beginn (Abb. 1) mit denen der Summe der Leerschalenfunde des gesamten Untersuchungszeitraumes (Abb. 6) verglichen werden. Dabei zeigt sich eine leichte Erhöhung des *Unio crassus* Anteils bei den Leerschalenfunden. Allerdings ist zu vermuten, dass dieser

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

Unterschied sich einzig durch eine generelle Verschiebung der Artenanteile innerhalb des Muschelbestandes ergibt (Abb. 3). Hierbei könnte sich ein geringer Effekt durch den Bisam allmählich über den gesamten Untersuchungszeitraum von etwa zwei Jahren bemerkbar machen. Eindeutig ist aber festzuhalten, dass zu Beginn des Bisamfraßes keine Selektion der Arten auftritt.

4.5 Situation des Muschelbestandes nach dem Bisameingriff

Die Auswirkungen des Bisamfraßes auf den Muschelbestand sind extrem. Da die adulten Najaden in Europa bisher keine Fressfeinde hatten, zeigt ihre Populationsökologie keine Anpassungen an Räuber im Adultstadium. Die Vernichtung von etwa 60 % der Malermuschelpopulation im Probestellenbereich bedeutet eine rapide Minderung der Populationsdichte. Ein Aspekt, der bei den großen Süßwassermuscheln von besonderer Bedeutung ist, denn der Reproduktionserfolg steht im unmittelbaren Zusammenhang mit der Individuendichte. Da die männlichen Muscheln ihre Spermien ins freie Wasser abgeben, sinkt mit abnehmender Besiedlungsdichte die Chance der Befruchtung eines Weibchens, das die Spermien über das Atemwasser aufnimmt. Ein wahrer Teufelskreis, weil ein Ausgleich der Einbußen, bedingt durch den Bisamfraß, mit Hilfe erhöhter Reproduktion nicht nur unmöglich ist, sondern der Einbruch der Population verstärkt wird.

Zudem geben Jokela & Mutikainen (1995) zu bedenken, dass die Prädation sowohl einen ökologischen als auch einen evolutionären Effekt auf die Beutepopulation haben kann und sicherlich auch die Populationsdynamik und die räumliche Verteilung der Beute beeinflusst.

In der Literatur finden sich immer wieder Beispiele zum Umfang der Auswirkungen des Bisams auf Muschelbestände: Hanson et al. (1989) beobachteten, dass der Bisam 37.000 Muscheln und damit 3 % der Population des Untersuchungsgebietes in einem Jahr fraß. Nach Watters (1993–1994) Beschreibung können Bisamhaufen Hunderte oder Tausende von Schalen enthalten, in der Regel Muscheln in ehemals bester Kondition. Brander (1955) schreibt von im Schnitt 450 Muscheln pro Fraßhaufen, mit Maxima von 1.109 und 1.400 Muscheln pro Haufen.

Damit ist neben den offensichtlichen Gefährdungsfaktoren für die Najaden – wie die Gewässerverschmutzung (Bauer et al. 1991), wasserbaulichen Maßnahmen, Gewässerpflege- (zum Beispiel Gewässerentkrautung mit Mähkorb oder Fräsen, Engel & Wächtler 1990) und Unterhaltungsmaßnahmen (zum Beispiel Aufstau eines Gewässers, Veränderungen im Fischartenspektrum) – der Bisam als Muschelräuber ein gewichtiger Faktor.

Entsprechend den sehr unterschiedlichen Situationen der Muschelbestände sowie den gegebenen Habitatbedingungen finden sich in der Literatur verschiedenste Ansichten zur Existenz bzw. Bedeutung des Bisams. Prell stellt 1924 fest, dass der Bisam keine ernstliche Bedeutung als Muschelfeind hat und damit keine Gefährdung der Muscheln durch den Bisam besteht. Brander (1955) dagegen sieht im Bisam eine große Gefahr für die Muscheln. Hoffmann (1952) entlarvt den Bisam nicht nur als Muschelräuber, sondern zudem auch als gefährlichen Schädling der Wasserwirtschaft und der Fischerei. Dazu passend schreibt Becker (1967), dass der Bisam seit 1905 Deiche und Dämme zerstört und damit seine ständige Bekämpfung und Untersuchung nötig ist. Troostwijk differenziert dagegen 1976, die Ansichten zur Existenz des Bisam seien nicht überall gleich: In

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

Finnland und den Staaten der früheren Sowjetunion sind die Bisame eine willkommene Ergänzung der Fauna und werden wirtschaftlich (vor allem als Fellllieferant) genutzt. In vielen Teilen Westeuropas dagegen wird der Bisam vor allem als Schädling angesehen. Die Gefahren hier bestehen zum Beispiel darin, dass der Bisam durch seine Wühlarbeiten Bauwerke, die die Menschen gegen das Wasser schützen, und andere vom Menschen geschaffene Strukturen in und entlang von Gewässern beschädigt. Im gleichen Sinne stellt ULBRICH (1930) fest, dass die wirtschaftliche Bedeutung des Bisams in Europa und Nordamerika außerordentlich verschieden sei: In den unbewohnten Feuchtgebieten Nordamerikas wird der Bisam als wertvolles Pelztier angesehen – hier richtet er keinen Kulturschaden an, sondern sowohl Fell als auch Fleisch werden genutzt. In eng besiedelten Gebieten dagegen kommt es vor allem durch die unterirdischen Wühlarbeiten des Bisams zu Schädigungen. HOFFMANN (1952) stellt folgende Schadensliste, verursacht durch den Bisam, auf: Wühlschäden in der Wasserwirtschaft, Fischerei und Teichwirtschaft, Beschädigung der Fanggeräte in der Fischerei, Verzehr von Feld- und Gartenfrüchten aller Art, Gefährdung von Verkehrsanlagen aller Art.

Zum Bisam als Gefährdungsfaktor für die Existenz der Süßwassermuscheln stellen NEVES & ODOM 1989 fest, dass der Bisamfraß auf gesunde, weit verbreitete Muschelpopulationen vermutlich keinen Effekt hat, aber den bereits gefährdeten, in geringen Dichten und isoliert vorkommenden Muschelarten drohe große Gefahr durch ihn. Die gleiche Theorie vertreten SCHOLZ (1992) und HOCHWALD (1990): Ein nicht zu großer Bisambestand an einem relativ naturnahen Muschelgewässer stelle eine nur geringe Bedrohung für die Muschelpopulation dar. Kleinere Muschelbestände dagegen, vor allem in Fließgewässern, erscheinen durch den Bisam stark gefährdet, da in diesen Fällen schon der Verlust einiger weniger Individuen die Populationsdichte so weit senken kann, dass eine Fortpflanzung der Muscheln nicht mehr möglich ist. In der aktuellen Situation trifft diese Befürchtung bei uns auf fast jede große Süßwassermuschelart zu (siehe Kapitel 1).

Wichtig dabei ist zu bedenken, dass die Bedrohung der Existenz der Großmuschelarten weitreichende Folgen für die Gewässer selbst hätte (BRANDER 1955). Die enorme Bedeutung der Muscheln für die Gewässer liegt in ihrem Nahrungserwerb als Filtrierer. Das von den Muschelkiemen filtrierte Wasser ist praktisch frei von Schwebstoffen. Aufgrund ihrer hohen Filtrationsleistung (eine einzelne Flussmuschel kann 2 bis 5 Liter Wasser pro Stunde filtrieren, SCHOLZ 1992), verbunden mit einer oft hohen Besiedlungsdichte spielen die Muscheln eine wichtige Rolle im Stoffhaushalt der Gewässer (SCHOLZ 1992). Die Schwebstoffe werden dabei zum Großteil nicht nur ausfiltriert, sondern auch umgesetzt. Bedingt durch das hohe Alter der Muscheln (Maximalalter von 10 bis 15 Jahre bei *Anodonta* und *Unio,* BOYCOTT 1936) ist diese Energie langfristig festgelegt, das heißt die ausfiltrierten Nährstoffe sind dem Stoffkreislauf sehr effektiv entzogen. Das ist gerade heute bei dem extremen Nährstoffreichtum vieler Gewässer von besonderer Wichtigkeit.

In Anbetracht aller angeführten Überlegungen ist eine Überwachung und Reduzierung des Bisamvorkommens als bestandsfördernde Schutzmaßnahme für die Muscheln unerlässlich. FRANK & HÄRLE (1967) stellen fest, dass bei der enormen Ausbreitung des Bisams in Deutschland eine Ausrottung unmöglich ist. Das Ziel kann nur die Überwachung und der Schutz besonders gefährdeter Objekte, wie es die Muscheln sind, sein. Wegen der enormen biologischen Potenz des Bisams, bedingt durch eine hohe Vermehrungsrate, sehr gute Anpassungsfähigkeit und eine enorme Ausbreitungsfähigkeit (FRANK & HÄRLE 1967) ist seine Be-

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

kämpfung in Europa unerlässlich. Zu eben dieser Feststellung kommen auch HOFFMANN (1952), LYNCH et al. (1947) und ULBRICH (1930). Die Gefährdungsfaktoren des Bisams, wie Feinde, Überflutungen, Trockenheit, harte Winter, Krankheiten, Parasiten (JOHNSON 1925, MARCSTRÖM 1964, TROOSTWIJK 1976), reichen alleine nicht mehr für eine Bestandsregulierung aus. Die Auswirkungen dieser Faktoren wurden vor allem durch die menschlichen Eingriffe minimiert. So sind zum Beispiel von den wenigen natürlichen Feinden des Bisams (z.B. Fischotter, Uhu, Seeadler, HOFFMANN 1952) die meisten hierzulande bereits ausgerottet. Bachbegradigungen und die Vernichtung der Gehölzsäume förderten die Bisamausbreitung, da das Angebot an Baumöglichkeiten zunahm (HOCHWALD 1990). Noch 1965 hatte ein starkes Hochwasser in Bayern einen Bestandseinbruch des Bisams zur Folge (MALLACH 1968), aber die ausgedehnten Wasserstandsregulierungen schließen solche Ereignisse zunehmend aus, und der Bisam kann zudem alle Bestandsschwankungen mit seiner ausgeprägten biologischen Potenz ausgleichen.

Es gilt daher heute, die Aufmerksamkeit auf die Bisambestände zu lenken, und in diesem Zusammenhang die kritische Situation der großen Süßwassermuscheln hervorzuheben. Nur bei aufmerksamer Beobachtung der Gewässer kann entsprechend der gegebenen Notwendigkeit reagiert werden. Da die Hinweise auf Bisamvorkommen mit hoher Besiedlungsdichte und die auf die Muschelräuberei des Bisams an den Gewässern sehr deutlich sind (siehe Kapitel 3.3), sollte es nicht schwierig sein, mit der notwendigen Bisambekämpfung zu reagieren. Besonders während der Ausbreitungsphase (siehe Kapitel 4.3) des Bisams sollte gefangen werden (HOCHWALD 1990). Innerhalb Deutschlands ist die Bisambekämpfung von Beginn an Sache der Landesregierungen gewesen, und gerade dadurch kam es zu einigen Unstimmigkeiten und Verzögerungen (ULBRICH 1930); immerhin wird der Bisam bereits seit 1917 gejagt (HOCHWALD 1990). Das heißt, neben der Sensibilisierung für die Bisamproblematik, ist für den Erfolg der Reduzierung der Bisambestände eine effektive Organisation der Bisambekämpfung unerlässlich.

Danksagung: Herzlich danken möchte ich Herrn Adolf Heitz (Hohberg, Ortenau-Kreis), der mich in die Muschelgewässer des Hanauer Landes eingeführt hat.

Schrifttum

AKKERMANN, R. (1972): Süßwassermuscheln als tierische Zukost des Bisam, *Ondatra zibethica.* – Bonner Zoologische Beiträge, 1/23, S. 61–65.

AKKERMANN, R. (1975): Untersuchungen zur Ökologie und Populationsdynamik des Bisams *(Ondatra zibethicus* L.) an einem nordwestdeutschen Verlandungssee – III. Verhalten und Populationsdynamik. – Zeitschrift für angewandte Zoologie, 62, S. 281–338.

APGAR, A. C. (1887): The muskrat and the *Unio.* – Journal of the Trenton Natural History Society, **1**, S. 58–59.

BAUER, G., HOCHWALD, S., SCHMIDT, CHR., SCHMIDT, H. & REGER, K.-H. (1991): Dauerbeobachtung von Muschelbeständen – Notwendigkeit, Methodik, Nutzen. – Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Laufener Beiträge, 7, S. 30–37.

Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hrsg.) (1996): Die Perlmuschel im Dreiländereck „Böhmen-Bayern-Sachsen" – Das Ökosystem der Perlmuschelgewässer und sein Schutz, 67 S.

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

BECKER, K. (1967): Populationsstudien an Bisamratten *(Ondatra zibethicus* L.) – I. Altersaufbau von Populationen der Bisamratte. – Zoologische Beiträge, **13/2–3**, S. 369–396.

BECKER, K. (1973): Populationsstudien an Bisamratten *(Ondatra zibethicus* L.) – IV. Fortpflanzungsbiologie der Weibchen. – Zeitschrift für Angewandte Zoologie, **60**, S. 343–363.

BOYCOTT, A. E. (1936): The habitats of fresh-water Mollusca in Britain. – The Journal of Animal Ecology, **5**, S. 116–186.

BRANDER (1955): Über die Bisamratte, *Ondatra z. zibethica* (L.), als Vernichter von Najaden. – Archiv für Hydrobiologie, **50/1**, S. 92–103.

BUDDENSIEK, V., ENGEL, H., FLEISCHAUER-RÖSSING, S., OLBRICH, S. & WÄCHTLER, K. (1990): Studies on the chemistry of interstitial water taken from defined horizons in the fine sediments of bivalve habitats in several northern German lowland waters – I. Sampling techniques. – Archiv für Hydrobiologie, **119/1**, S. 55–64.

BURSIK, A. (1914): Ist die Bisamratte schädlich? – Österreichische Fischerei-Zeitung, **17**, S. 234.

BUTLER, A. W. (1885): Observations on the muskrat. – American Naturalist, Vol. **8**, S. 1044–1055.

BUTLER, L. (1940): A quantitative study of muskrat food. – The Canadian Field Naturalist, **54**, S. 37–40.

CAMPBELL, K. L. & MACARTHUR, R. A. (1996): Seasonal changes in gut mass, forage digestibility, and nutrient selection of wild muskrat *(Ondatra zibethicus)*. – Physiological Zoology, **69/5**, S. 1215–1231.

CHING, C. & CHIH-TANG, Y. (1965): Food and food basis of the muskrat, *Ondatra zibethica* Linnaeus. – Acta Zoologica Sinica, **17/1**, S. 352–363 (Chinesisch mit englischer Zusammenfassung).

CLAY, R. T. & CLARK, W. R. (1985): Demography of muskrats on the upper Mississippi river. – Journal of Wildlife Management, **49/4**, S. 883–890.

CONVEY, L. E., HANSON, J. M. & MACKAY, W. C. (1989): Size-Selective predation on Unionid clams by muskrats. – Journal of Wildlife Management, **53/3**, S. 654–657.

DANELL, K. (1978): Population dynamics of the Muskrat in a shallow Swedish Lake. – Journal of Animal Ecology, **47**, S. 697–709.

ENDERS, R. K. (1932): Food of the muskrat in summer. – The Ohio Journal of Science, **32**, S. 21–30.

ENGEL, H. & WÄCHTLER, K. (1990): Folgen von Bachentkrautungsmaßnahmen auf einen Süßwassermuschelbestand am Beispiel eines kleinen Fließgewässers des südlichen Drawehn (Lüchow-Dannenberg). – Natur und Landschaft, **65**, S. 63–65.

ERICKSON, H. R. (1963): Reproduction, growth, and movements of muskrats inhabiting small water areas in New York State. – New York Fish and Game Journal, **10**, S. 90–117.

FLEISCHAUER-RÖSSING, S. (1990): Untersuchungen zur Autökologie von *Unio tumidus* Philipsson und *Unio pictorum* Linnaeus (Bivalvia) unter besonderer Berücksichtigung der frühen postparasitären Phase. – Dissertation im Fachbereich Biologie der Universität Hannover, 192 S.

FRANK, F. & HÄRLE, A. (1967): Derzeitiger Stand und voraussichtliche Entwicklung des Bisambefalls *(Ondatra zibethicus)* in der Bundesrepublik Deutschland (nach den Meldungen der Pflanzenschutzämter der Bundesländer). – Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (Braunschweig), **19/8**, S. 123–125.

GLÖER, P. & MEIER-BROOK, C. (1994): Süßwassermollusken – Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland. – Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung DJN (Hrsg.), 11. Aufl., 136 S., Hamburg.

HANSON, J. M., MACKAY, W. C. & PREPAS, E. E. (1989): Effect of size-selective predation by muskrats *(Ondatra zibethicus)* on a population of Unionid clams *(Anodonta grandis simpsoniana)*. – Journal of Animal Ecology, **58**, S. 15–28.

HJÄLTEN, J. (1991): Muskrat *(Ondatra zibethica)* territoriality and the impact of territorial choice on reproduction and predation risk. – Annales Zoologici Fennici, **28**, S. 15–21.

HOCHWALD, S. (1990): Bestandsgefährdung seltener Muschelarten durch den Bisam *(Ondatra zibethica)*. – Schriftenreihe des Bayerischen Landesamt für Umweltschutz, Heft 97, München, S. 113–114.

HOFFMANN, M. (1952): Die Bisamratte. – Die Neue Brehm-Bücherei, Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., 44 S., Leipzig.

JOHNSON, Ch. E. (1925): The muskrat in New York: its natural history and economics. – Syracuse University Bulletin, 24/25, Roosevelt Wild Life Bulletin, **3/2**, S. 205–320.

JOKELA, J. & MUTIKAINEN, P. (1995): Effect of size-dependent muskrat *(Ondatra zibethica)* predation on the spatial distribution of a freshwater clam, *Anodonta piscinalis* Nilsson (Unionidae, Bivalvia). – Canadian Journal of Zoology, **73/6**, S. 1085–1094.

©Badischer Landesverein für Naturkunde und Naturschutz e.V.; download unter www.blnn.de/ und www.zobodat.at

JUNGBLUTH, J.H. & KNORRE, D. (1995): Rote Liste der Binnenmollusken [Schnecken (Gastropoden) und Muscheln (Bivalvia)] in Deutschland. – 5. Fassung.

LYNCH, J. J., O'NEIL, T. & LAY, D.W. (1947): Management significance of damage by guse and muskrat. – Journal of Wildlife Management, 11/1, S. 50–76.

MALLACH, N. (1968): Beobachtungen und Erfahrungen bei der Bisambekämpfung 1967 in Bayern. – Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, 45, S. 460–465.

MARCSTRÖM, V. (1964): The muskrat *Ondatra zibethicus* L. in Northern Sweden. – Viltrevy – Jaktbiologisk Tidskrift Utgiven av Svenska Jägareförbrundet, 2/6, S. 329–407.

NEVES, R. J. & ODOM, M. C. (1989): Muskrat predation on endangered freshwater mussels in Virginia. – Journal of Wildlife Management, 53/4, S. 934–941.

PRELL, H. (1924): Die Bisamratte als wirtschaftlicher Feind der Perlfischerei. – Die Naturwissenschaften, 12, S. 733–736.

PROULX, G. & GILBERT, F. F. (1983): The ecology of the muskrat, *Ondatra zibethicus,* at the Luther Marsh, Ontario. – The Canadian Field Naturalist, 97, S. 377–390.

RIEDEL, J. (1950): Die Bisamratte als Muschelfresser. – Der Zoologische Garten, 16, S. 203.

SCHOLZ, A. (1992): Die Großmuscheln (Unionidae) im Regierungsbezirk Detmold – Verbreitung, Biologie und Ökolgie der ostwestfälischen Najaden. – Sonderheft des Regierungspräsidenten Detmold – Dezernat Landschaft und Fischerei, Regierungsbezirk Detmold, 73 S.

TROOSTWIJK, W. J. VAN DONDE (1976): The Muskrat *(Ondatra zibethicus)* in the Netherlands, its ecological aspects and their consequences for man. – Rijksinstitut voor Naturbeheer Verhandling, 7, Arnheim, Leersum, 136 S.

ULBRICH, J. (1930): Die Bisamratte – Lebensweise, wirtschaftliche Bedeutung, Gang ihrer Ausbreitung in Europa und Bekämpfung. – Dissertation an der Sächsischen Technischen Hochschule zu Dresden, 137 S.

WATTERS, G. Th. (1993–1994): Sampling freshwater mussel populations: the bias of muskrat middens. – Walkerana, 7/17–18, S. 63–69.

WILLNER, G. R., FELDHAMER, G. A., ZUCKER, E. E. & CHAPMAN, J. A. (1980): *Ondatra zibethicus.* – Mammalian Species, 141, S. 1–8.

(Am 30. Juni 1998 bei der Schriftleitung eingegangen.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br.

Jahr/Year: 1998-2001

Band/Volume: NF_17

Autor(en)/Author(s): Zahner-Meike Elke

Artikel/Article: Die Gefährdung der großen Süßwassermuscheln durch den Bisam (2000) 525-540