PHILIPPIA V/5: 383–395 1987

KARL-OTTO NAGEL

Untersuchungen an einer Najadenpopulation (Bivalvia: Unionidae) in einem Baggersee bei Kassel (Nordhessen)

Abstract

Investigations were carried out on a population of naiads (Bivalvia: Unionidae) comprising three species: *Anodonta piscinalis* NILSSON, 1823, *Unio pictorum* (L., 1758), *Unio tumidus* RETZIUS, 1788. The mussels inhabited a pond within a gravel-pit connected to the river Fulda near the city of Kassel (Hesse, FRG). The following parameters were analysed: population density on various substrata, growth in length and weight of the three species, ratio of length to height of shells, weight of shells, time of survival of specimens on banks that had dried up. The percentage of gravid females was determined for *Anodonta piscinalis*. Data from samples taken in a side part of the river Rhine were analysed for additional comparison. Population density did not differ from values found in other eutrophic waters. Values were greatest on gravelly bottom. Species did not differ markedly in preference for a special type of substratum. Growth in length and weight was compared to data given in literature. *Anodonta piscinalis* and *Unio tumidus* revealed a similar ratio of weight to length. For *Unio tumidus* shell form did not change with increasing length, and for *Anodonta piscinalis* and *Unio pictorum* correlation was only weak. The ability to withstand dry conditions was equal for the three mussel species, only a period of frost caused them to die.

1. Einleitung

In der Umgebung von Kassel gibt es in der Fulda und stehenden Nebengewässern 4 Arten von Najaden (Großmuscheln des Süßwassers, Familie Unionidae): *Anodonta piscinalis* NILSSON, 1823 (Teichmuschel), *Anodonta cygnea* (L., 1758) (Schwanenmuschel, Echte Teichmuschel), *Unio pictorum* (L., 1758) (Malermuschel), *Unio tumidus* RETZIUS, 1788 (Aufgeblasene Flußmuschel). Während sich *Anodonta cygnea* nur in einem Graben der Karlsaue und in einem Teich im Park Wilhelmshöhe findet, sind die übrigen Arten sowohl in der Fulda selbst als auch in angrenzenden stehenden Gewässern verbreitet. Das Fehlen der ehemals hier vorkommenden Fließwasserarten *Unio crassus* RETZIUS, 1788 (Bachmuschel) und *Pseudanodonta elongata* (HOLANDRE, 1836) (Strommuschel) bestätigt den Trend, daß gerade diese Arten in weiten Teilen ihres ehemaligen Verbreitungsgebietes im Schwinden begriffen sind (vgl. JUNGBLUTH 1978).

Trotz der großen Bedeutung, die die Najaden als benthische Filtrierer im Ökosystem ihrer Wohngewässer besitzen, gibt es aus Europa bisher wenige quantitative Analysen ihrer Populationen (ÖKLAND 1963, NEGUS 1966, TUDORANCEA & FLORESCU 1968, TUDORANCEA & GRUIA 1968, HAUKIOJA & HAKALA 1978 a, b, STONE et al. 1982). Eine Ausnahme bildet die Flußperlmuschel *(Margaritifera margaritifera* [L., 1758]), deren Populationen an verschiedenen Standorten in jüngerer Zeit untersucht wurden (JUNGBLUTH & LEHMANN 1976, BAUER 1979, 1983, YOUNG & WILLIAMS 1984 a, b). Von besonderer Bedeutung sind Wachstumsanalysen, die möglicherweise geeignet sind, langfristige Umweltänderungen, aber auch kurzfristige Schadereignisse anzuzeigen (McCUAIG & GREEN 1983). Die Auswertung

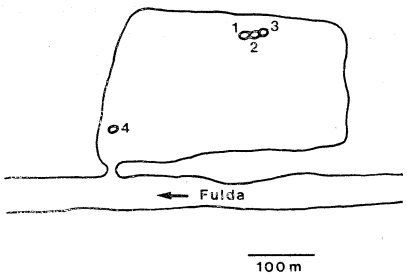
von Jahresringen auf der Schale, die durch Wachstumsstillstand im Winter gebildet werden, erlaubt auf recht einfache Weise eine solche Analyse.

Die Absenkung des Wasserstandes in einem Baggersee ermöglichte den Zugang zu einer größeren Zahl von Muscheln, wodurch einige quantitative Untersuchungen dieser Population möglich waren.

2. Fundstelle, Methoden

Die Fundstelle der drei Muschelarten *Anodonta piscinalis, Unio pictorum* und *Unio tumidus* ist ein Kiesbaggersee am rechten Fuldaufer, unmittelbar am südlichen Stadtrand von Kassel (Abb. 1). Im Zuge von Sanierungsmaßnahmen wurde eine offene Verbindung zum Fluß zu-

Abbildung 1: Lageskizze des Baggersees. Die Zahlen bezeichnen die Probestellen für die Untersuchung der Besiedlungsdichte.



geschüttet und der Wasserspiegel um bis zu 3 m abgesenkt. Der Boden des Gewässers fällt, größtenteils mit geringer Neigung, zur Mitte hin ab. Im See gibt es keine höheren Wasserpflanzen, die Ufer sind über weite Strecken mit Pappeln und Weiden bestanden. Am 18. und 19. 10. 1985 wurde die Besiedlungsdichte auf unterschiedlichen Substraten durch Auszählen der jeweils auf 1 m² befindlichen Tiere ermittelt. Wegen des schwierigen Zuganges und der insgesamt geringen Ausdehnung der Muschelbänke konnte von jedem Substrattyp nur eine Probefläche von Hand besammelt werden. Dabei wurde die Spannweite der Längen für jede Art notiert. Lebende Tiere und Leerschalen wurden im Labor vermessen und gewogen. Die Längsachse der Tiere ist durch die Verbindungslinie zwischen den beiden Schließmuskeln definiert, senkrecht zu dieser Linie wurde die Höhe gemessen (gegebenenfalls einschließlich Schloßband). Bei den Längenmessungen wurde zum vollen Millimeter, bei den Gewichtsbestimmungen zum vollen Gramm abgerundet. Vor der Bestimmung des Lebendgewichtes wurden die Tiere einen halben Tag aus dem Wasser genommen und unmittelbar vor der Wägung noch einmal abgetrocknet. Der Fehler durch das von den Tieren in ihren Schalen eingeschlossene Wasser dürfte dabei 10% des Gesamtgewichtes nicht überschreiten. Zur Ermittlung der Wachstumskurve wurde die Länge eines Winterringes (L_{t+1}) als Funktion der Länge des Winterringes aus dem Vorjahr (L_t) aufgetragen (Walfordplot). Als Korrelationskurven ergeben sich Geraden (WALFORD 1946):

$L_{t+1} = a + bL_t$. Die Parameter sind dabei mit denen einer Wachstumskurve nach VON BERTALANFFY (1938): $L_t = L_\infty (1\text{-}e^{-Kt})$ folgendermaßen verknüpft: $L_\infty = a/1-b$, $K = -\ln b$. Die Größe L_∞ hat dabei die Bedeutung einer theoretischen Endlänge. Über die Regelmäßigkeit der Bildung und die Zuverlässigkeit beim Erkennen der Winterringe siehe NEGUS (1966) und HAUKIOJA & HAKALA (1978 a). Die Analyse der Daten erfolgte in Anlehnung an CERRATO (1980), McCUAIG & GREEN (1983) und DAY (1984). Zur weiteren Charakterisierung der Population wurde die Beziehung von Länge (L) und Gewicht (G) ermittelt und in der Form $G = aL^b$ dargestellt. Die Trächtigkeit bei *Anodonta piscinalis* wurde durch vorsichtiges, geringes Öffnen der Schalenhälften untersucht; sie ist dann leicht an den angeschwollenen äußeren Kiemen zu erkennen. Zum Vergleich der Längen-Gewichts-Relationen und der Schalenform wurden Daten einer Aufsammlung im Altrhein bei Ginsheim vom 6. und 17. 8. 1983 herangezogen.

3. Ergebnisse

3.1. Besiedlungsdichten auf unterschiedlichen Substraten

Tabelle 1 gibt Auskunft über die Besiedlungsdichten auf 4 unterschiedlichen Substraten. In Abbildung 2 sind zum besseren Vergleich die absoluten Individuenzahlen auf den 4 Probeflächen dargestellt. Alle Stellen lagen etwa 1 m unter der Normalwasserlinie. Bevorzugte Standorte der Tiere waren bei Stelle 1 und 2 Kanten und Höhlungen bei größeren Steinen. An den Stellen 1, 2 und 4 waren nur wenige Kriechspuren zu sehen. An Stelle 3 hatten sich zwar viele Tiere bewegt, doch insgesamt nur über geringe Strecken (30 – 120 cm) und nicht eindeutig zum Wasser hin, so daß eine Verfälschung der Populationsdichte durch Abwanderung auszuschließen ist.

Abbildung 2: Häufigkeitsdiagramm zur Besiedlungsdichte auf unterschiedlichen Substrattypen (vgl. Tabelle 1). Dargestellt ist die Zahl der Muscheln auf 1 m² an den Stellen 1 bis 4. A. p. = Anodonta piscinalis, U. p. = Unio pictorum, U. t. = Unio tumidus.

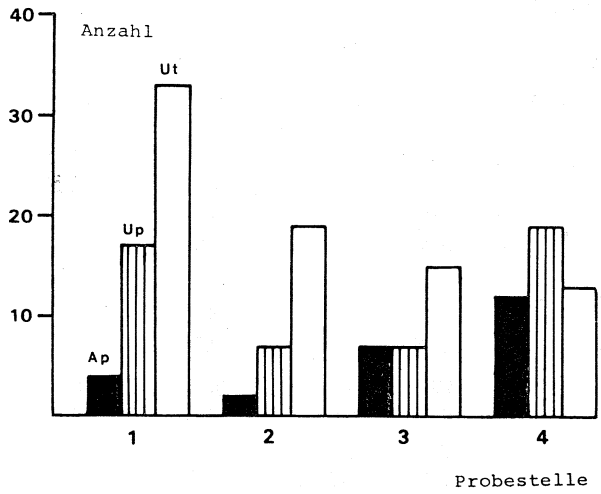


Tabelle 1: Besiedlungsdichten auf unterschiedlichen Substraten (pro 1 m²)

Stelle 1: Grober Kies mit einzelnen größeren Steinen, geringe Schlammauflage, vereinzelt tiefere Schlammlöcher (bis 10 cm)

	Anzahl	Länge der Tiere (cm)
A. p.	4	6,5 — 7,0
U. p.	17	5,5 — 9,5
U. t.	33	5,5 — 10,0

Gesamtbesiedlung: 54 Tiere/m²

Stelle 2: Größere Steine auf grobem Kies, sehr geringe Schlammauflage, vereinzelt tiefere Schlammlöcher

	Anzahl	Länge der Tiere (cm)
A. p.	2	5,5 — 7,0
U. p.	7	6,5 — 9,0
U. t.	19	7,0 — 11,0

Gesamtbesiedlung: 28 Tiere/m²

Stelle 3: Schlammboden (10 cm mindestens), vereinzelt große Steine

	Anzahl	Länge der Tiere (cm)
A. p.	7	5,5 — 7,5
U. p.	7	6,5 — 9,0
U. t.	15	7,0 — 10,5

Gesamtbesiedlung: 29 Tiere/m²

Stelle 4: Kiesgrund mit geringer Bedeckung durch Blätter und Zweige

	Anzahl	Länge der Tiere (cm)
A. p.	12	6,5 — 9,5
U. p.	19	5,0 — 9,0
U. t.	13	5,0 — 8,5

Gesamtbesiedlung: 44 Tiere/m²

(A. p. = Anodonta piscinalis, U. p. = Unio pictorum, U. t. = Unio tumidus)

Anhang: Kurvengleichungen

		A. p.	A. p. (R)	U. p.	U. p. (R)	U. t.
Walford-plot (Abb. 3)	n	75		87		94
$L_{t+1} = a + bL_t$	a	1,93		1,80		2,04
	b	0,92		0,90		0,85
	r	0,93		0,96		0,98
Wachstumsfunktion						
(Abb. 4 bis 6)	L_∞	24,1		18,0		13,6
$L_t = L_\infty \quad (1 - e^{-Kt})$	K	0,083		0,105		0,162
Gewichtsfunktion	n	27	94	28	80	29
(Abb. 7)	a	0,05	0,07	0,15	0,13	0,09
$G = aL^b$	b	3,28	3,21	2,65	2,77	3,08
	r	0,98	0,98	0,97	0,98	0,99

Schalenformfunktion	n	27	74	28	79	29
(Abb. 8)	a	1,45	1,31	1,95	1,94	1,95
L/H = a + bL	b	0,03	0,04	0,05	0,04	$4{,}10^{-4}$
	r	0,48	0,52	0,61	0,34	0,00

(n = Anzahl der Meßwerte, r = Bestimmtheitsmaß, K = momentane Wachstumsrate bei t=O, A. p. = Anodonta piscinalis, U. p. = Unio pictorum, U. t. = Unio tumidus, (R) = Fundort Ginsheimer Altrhein. Alle anderen Abkürzungen im Text erklärt.)

3.2. Überlebensdauer trockengefallener Tiere

Zum Zeitpunkt des Untersuchungsbeginns lagen die Muscheln schon mindestens drei Tage trocken. In Abständen wurde nun der Zustand der Tiere überprüft. Nach 14 Tagen (1. 11.) lebten noch ca. 90% aller Tiere, die Ausfälle betrafen alle Arten gleichermaßen. Nach einer Kälteperiode mit Bodenfrösten etwa ab dem 17. Tag waren am 24. Tag (11. 11.) über 90% aller Muscheln tot. Die wenigen überlebenden Tiere gehörten allen drei Arten zu gleichen Teilen an. Nach 31 Tagen (18. 11.) wurden, bei anhaltenden Frösten, keine lebenden Tiere mehr angetroffen.

3.3. Wachstumskurven

Die Abbildungen 3 bis 6 zeigen die Ergebnisse der Wachstumsuntersuchungen. Eine Analyse der Kovarianz zeigt für die Geraden im Walford-plot (Abb. 3), daß sich die Korrelationskoeffizienten b zwischen *Unio tumidus* und *Anodonta piscinalis* gesichert unterscheiden ($p < 0{,}05$), während sich der Unterschied zwischen *Unio tumidus* und *Unio pictorum* nur schwach sichern läßt ($p < 0{,}1$). Die Achsenabschnitte sind nur für *Unio tumidus* und *Unio pictorum* signifikant voneinander unterschieden ($p < 0{,}05$). Damit ist gezeigt, daß sich *Anodonta piscinalis* und *Unio pictorum* in ihrem Längenwachstum nicht wesentlich unterscheiden, während *Unio tumidus* unter gleichen Bedingungen eine geringere Längenzunahme zeigt. Die Reihenfolge der theoretischen Endlängen (L_∞) ist in guter Übereinstimmung mit Sammlungsbefunden und Literaturangaben (z. B. HAAS 1969).

3.4. Längen-Gewichts-Korrelation

Die Korrelation von Länge und Gewicht der Tiere ergab für jede Art eine Beziehung der Form: $G = aL^b$. Eine Analyse der transformierten Werte:
$\log G = \log a + b \log L$ zeigte signifikante Unterschiede des Regressionskoeffizienten b nur zwischen *Unio pictorum* (von beiden Fundorten) und den anderen Arten ($p < 0{,}001$). Damit ist der Unterschied zwischen den in Abbildung 7 erkennbaren Gruppierungen gesichert. Aus der Lage der Kurven zueinander ist außerdem die Tendenz zu erkennen, daß *Anodonta piscinalis* und *Unio pictorum* am Fundort Ginsheimer Altrhein schwerere Formen ausbilden als im Baggersee bei Kassel. Die Gewichte trächtiger Weibchen unterschieden sich nicht von denen nicht trächtiger Tiere und wurden deshalb in die Untersuchung mit einbezogen.

Abbildung 3: Walford-plot (Längen aufeinanderfolgender Winterringe). Kurvengleichungen: siehe Anhang. Abkürzungen wie in Abb. 2.

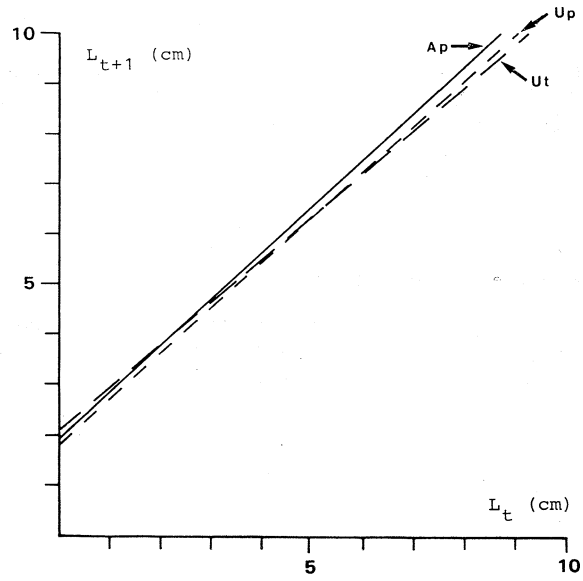


Abbildung 4: Wachstumskurve für Anodonta piscinalis. ● = Mittelwerte der Messungen, Balken = Spannweite der Meßwerte. Kurvengleichung: siehe Anhang. Die Zahlen unter den Balken geben die Zahl der Meßwerte an.

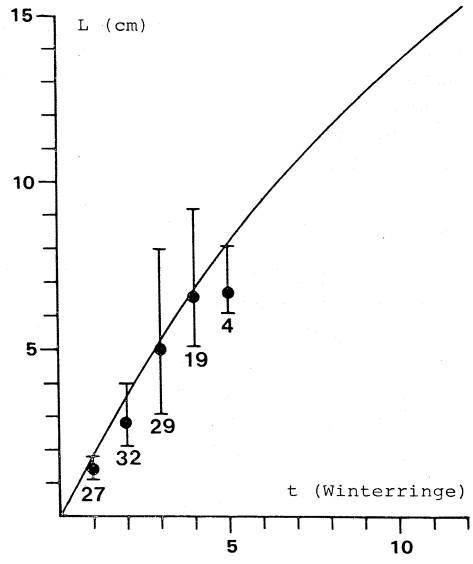


Abbildung 5: Wachstumskurve für Unio pictorum. Erklärungen: siehe Abb. 4.

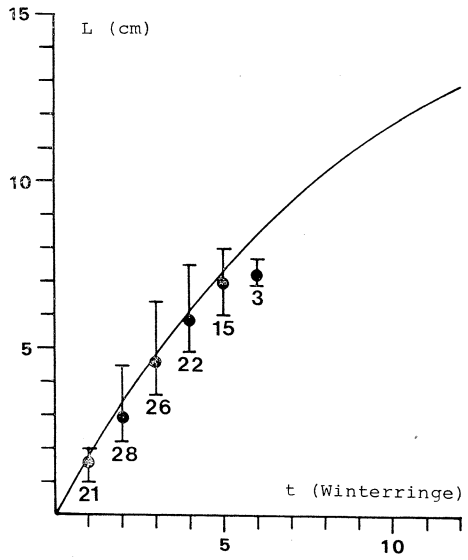


Abbildung 6: Wachstumskurve für Unio tumidus. Erklärungen: siehe Abb. 4.

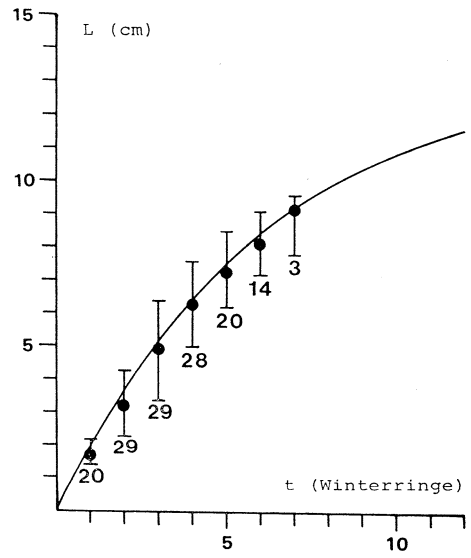
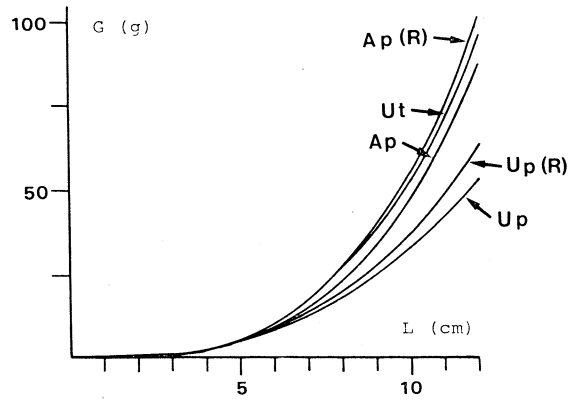


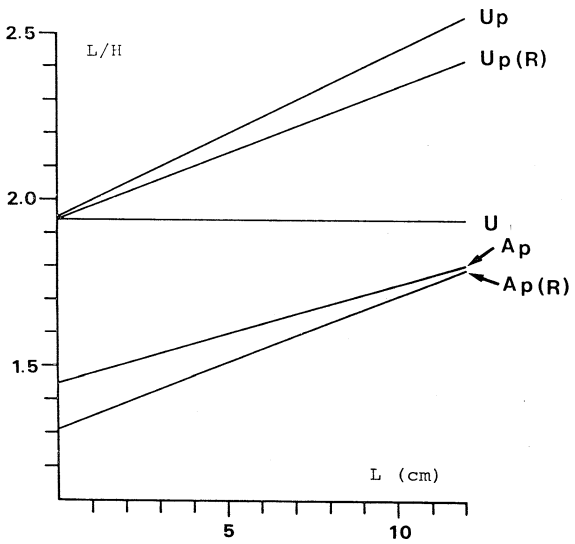
Abbildung 7: Längen-Gewichts-Funktionen. Kurvengleichungen: siehe Anhang. Abkürzungen wie in Abb. 2. (R) = Fundort Ginsheimer Altrhein.



3.5. Schalenform

Als Maß für die Formverschiedenheit der Schalen wurde das Verhältnis von Länge zu Höhe errechnet. Für *Unio tumidus* zeigte sich keine Abhängigkeit der Schalenform von der Länge, und auch für *Anodonta piscinalis* und *Unio pictorum* sind die beiden Größen nur schwach korreliert (r maximal 0,61, Abb. 8).

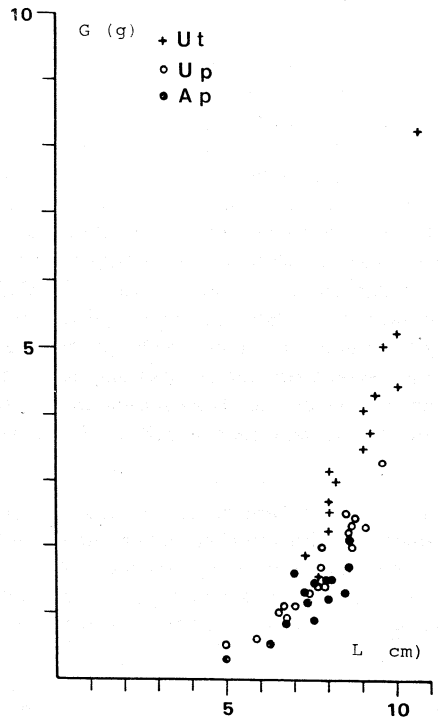
Abbildung 8: Streckungsverhältnis als Funktion der Schalenlänge. L/H = Verhältnis von Länge zu Höhe der Schale. Kurvengleichungen im Anhang. Abkürzungen wie in Abb. 2. (R) = Fundort Ginsheimer Altrhein.



3.6. Schalengewicht

Die Schalengewichte als Funktion der Schalenlänge sind in Abbildung 9 dargestellt. Wegen der geringen Zahl von Meßwerten wurde auf eine Korrelationsrechnung verzichtet. Aus der Abbildung geht jedoch hervor, daß bei gleicher Länge die Schalengewichte in der Reihenfolge *Unio tumidus* — *Unio pictorum* — *Anodonta piscinalis* abnehmen. Dies stimmt mit Sammlungsbelegen und Angaben in der Literatur (STONE et al. 1982) überein.

Abbildung 9: Schalengewichte als Funktion der Länge. Abkürzungen wie in Abb. 2.



3.7. Trächtigkeitsrate von *Anodonta piscinalis*

Für *Anodonta piscinalis* wurde eine Trächtigkeitsrate von 54% ermittelt (Gesamtzahl der untersuchten Tiere: 39).

4. Diskussion

Wie auch in der unmittelbar anschließenden Fulda und in einem blind endenden Seitenarm des Flusses ist *Unio tumidus* die häufigste Muschel im Baggersee. Allerdings gilt dies nicht unbedingt für jede einzelne Untersuchungsstelle (vgl. Stelle 4). Aus den vorliegenden Daten ist keine eindeutige Präferenz einzelner Arten für bestimmte Substrattypen abzulesen. Im Gegensatz dazu konnten STONE und Mitarbeiter (1982) für *Unio tumidus* in einem englischen See eine Bevorzugung von Substraten mit geringem Schlammanteil feststellen. Abweichend davon ermittelten TUDORANCEA & FLORESCU (1968) für dieselbe Art in einem Sumpfgebiet der Donau höchste Siedlungsdichten auf Schlammboden (5,5 Tiere/m²), während die Besiedlung auf festem Untergrund mit Sand und Kies weniger dicht war (2 Tiere/m²).

Zusammen mit der Beobachtung der bevorzugten Aufenthaltsorte der Tiere an den Stellen 1 und 2 kann das Ergebnis für die Verhältnisse im Baggersee gedeutet werden als Auswirkung unterschiedlicher Fortbewegungswiderstände der verschiedenen Substrattypen. Diese bewirken, daß sich Muscheln auf kiesigem Untergrund nur kurze Strecken bewegen und an größeren Hindernissen oft feste Standorte beziehen. Der Übertritt von Schlammgrund auf Kies hat hier eine Erhöhung der Siedlungsdichte zur Folge, während der umgekehrte Vorgang weniger begünstigt ist. Über Umfang und Ursachen solcher Wanderungen gibt es aber bisher nur wenige Untersuchungen (KAT 1982). Es wird u. a. ein Zusammenhang mit den Strömungsverhältnissen und dem Fortpflanzungsverhalten vermutet (SCHIERHOLZ 1889, MENTZEN 1926). Die Tiere sind offensichtlich nicht in der Lage, bei fallendem Wasserspiegel dem Austrocknen durch gerichtetes Abwandern zu entgehen. Eine entsprechende Beobachtung teilt ÖKLAND (1963) mit. Eine Erklärung für dieses Verhalten ist, daß die Tiere als Überlebensstrategie bei fallenden Wasserständen ein Überdauern der Trockenperiode im fest geschlossenen Zustand wählen. Die vorliegenden Beobachtungen zeigen, daß die Fähigkeit dazu wohl ausgebildet ist.

Die Besiedlungsdichten liegen in einem Bereich, der von AGRELL (1948) und ÖKLAND (1963) für eutrophe Gewässer angegeben wird (durchschnittlich 10 Tiere/m², maximal 58 Tiere/m² mit *Anodonta piscinalis* als einziger bzw. vorherrschender Art). Für Fließgewässer gelten folgende Vergleichszahlen: 22 Tiere/m² in einem Abschnitt der mittleren Themse mit 4 (?) Arten (NEGUS 1966), mindestens 7 Tiere/m² in einem Altarm des Rheins mit 2 Arten (NAGEL 1984).

Die Längenwachstumskurven variieren bei Najaden erheblich zwischen verschiedenen Fundorten (NEGUS 1966, McCUAIG & GREEN 1983). Wichtige Einflußgrößen sind dabei die Trophie und der Temperaturgang des Wassers. Die größte Übereinstimmung im Längenwachstum besteht für *Anodonta piscinalis* mit der von ÖKLAND (1963) untersuchten Population eines südnorwegischen Sees, andere Populationen wiesen ein stärkeres Wachstum auf (NEGUS 1966, HAUKIOJA & HAKALA 1978 b). Für *Unio pictorum* ist die Übereinstimmung in den ersten drei Jahren mit den Angaben von NEGUS (1966) sehr gut, später ist das Längenwachstum im hier untersuchten Baggersee größer. Der Kurvenverlauf für *Unio tumidus* stimmt weitgehend mit dem von NEGUS (1966) angegebenen überein, dagegen zeigten die Tiere aus einem Donausumpf (TUDORANCEA & FLORESCU 1968) ein erheblich geringeres Wachstum. Weitere vergleichende Untersuchungen sind nötig, um für jede Art die wachstumsbestimmenden Faktoren in ihrer Größe und Wechselwirkung untereinander zu erfassen.

Der Zusammenhang zwischen Länge und Gewicht in der Form: $G = aL^b$ ist für Mollusken gut belegt (ALIMOV & GOLIKOV 1974). Aufgrund der Methodik (Gewicht von feuchtem Weichkörper mit Schale als Meßgröße) bietet nur ÖKLAND (1963) eine direkte Vergleichsmöglichkeit für *Anodonta piscinalis;* dabei entsprechen sich die Ergebnisse sehr gut. Damit ist zugleich das Ergebnis einer früheren Untersuchung bestätigt, wonach es eine konstante Längen-Gewichts-Relation gibt, die unabhängig vom Fundort gilt (NAGEL 1984).

Während ALIMOV & GOLIKOV (1974) für alle von ihnen untersuchten Najaden eine einheitliche Gewichtsfunktion angeben, konnte in der vorliegenden Untersuchung gezeigt werden, daß es einen deutlichen Unterschied gibt zwischen *Unio pictorum* einerseits und *Anodonta piscinalis* und *Unio tumidus* andererseits. Dieser Unterschied ergab sich bei gleichen Wachstumsbedingungen. Ob die beobachteten Differenzen absolute Gültigkeit haben, muß durch weitere Untersuchungen geklärt werden. Die Unterschiede in der Längen-Gewichts-Beziehung werden durch die Schalenform und die Allometrie des Wachstums mitbestimmt (ALIMOV & GOLIKOV 1974). Das Beispiel von *Anodonta piscinalis* und *Unio tumidus* zeigt, wie bei unterschiedlicher Schalenform durch Kombination verschiedener Anteile von Schalengewicht und Weichkörpergewicht dennoch eine übereinstimmende Längen-Gewichts-Beziehung erzielt werden kann. Bei der Analyse von Gewichtsentwicklungen verschiedener Arten ist daher immer zu berücksichtigen, daß die Zunahme zu verschiedenen Anteilen in Schale und Weichkörper erfolgen kann.

Die Trächtigkeitsrate von *Anodonta piscinalis* im Baggersee bei Kassel ist vergleichbar mit der anderer Populationen: in einem Bach des Vogelsberges 50%, im Altrhein bei Ginsheim mindestens 35% (NAGEL 1984), in Populationen aus Südfinnland 39% bis 55% (HAUKIOJA & HAKALA 1978 b). Das völlige Fehlen von Muscheln der ersten beiden Altersklassen (kein bzw. ein Winterring, mit Ausnahme einer *Anodonta piscinalis* mit einem Winterring) bei der Aufsammlung ist möglicherweise bedingt durch ein anderes Verhalten beim Trockenfallen des Lebensraumes. Diesen Tieren fällt es aufgrund ihrer Größe leichter, sich im Boden einzugraben (sie werden meist durch Aussieben gefunden), so daß sie einer Aufsammlung von der Oberfläche leichter entgehen. Dieses Verhalten erhöht den Schutz vor Austrocknung und Feinden.

Als eine praktische Konsequenz aus der vorliegenden Untersuchung sollte es vermieden werden, Muschelbänke während einer Frostperiode trockenfallen zu lassen. Dagegen ist ein solches Vorgehen in einem frostfreien Zeitraum für die Dauer weniger Wochen zumindest für ältere Tiere weniger bedenklich.

5. Zusammenfassung

In einem Baggersee bei Kassel wurden Untersuchungen an einer Najadenpopulation, die sich aus den Arten *Anodonta piscinalis, Unio pictorum* und *Unio tumidus* zusammensetzte, durchgeführt. Folgende Größen wurden ermittelt: Besiedlungsdichte auf unterschiedlichen Substraten, Längenwachstum und Gewichtszunahmen der drei Arten, das Verhältnis von Länge und Höhe und das Gewicht von Schalen, Überlebensdauer trockengefallener Tiere. Für *Anodonta piscinalis* wurde die Trächtigkeitsrate bestimmt. Zum Vergleich der Gewichtszunahme und der Schalenform wurden die Ergebnisse einer Aufsammlung in einem Seitenarm des Rheins ausgewertet. Die Besiedlungsdichte lag in einem Bereich, der auch für andere Gewässer

eutrophen Charakters ermittelt wurde. Die höchsten Besiedlungsdichten (54 Tiere pro m²) wurden auf kiesigem Untergrund ermittelt. Es zeigte sich keine Präferenz der Arten für bestimmte Substrattypen. Längenwachstum und Gewichtszunahme wurden mit Angaben aus der Literatur verglichen. Für *Anodonta piscinalis* und *Unio tumidus* ergab sich eine übereinstimmende Form der Längen-Gewichts-Beziehung. Die Schalenform zeigte keine *(Unio tumidus)* oder nur eine schwache Abhängigkeit (*Anodonta piscinalis, Unio pictorum*) von der Länge. Die Überlebensfähigkeit trockengefallener Muscheln war für alle drei Arten gleich gut, durch Frost wurden die Tiere jedoch vorzeitig abgetötet.

Dank

Für Hinweise auf die Muschelpopulation des Baggersees bin ich Frau S. Kleiner und Herrn M. Barlas dankbar. Ebenso danke ich Frau U. Hoffmeister für die Unterstützung bei einem Teil der Freilandarbeiten. Diese Arbeit wurde ermöglicht durch ein Stipendium des Evangelischen Studienwerkes, Villigst.

Literatur

AGRELL, I. (1948): The shell morphology of some Swedish Unionides as affected by ecological conditions. — Ark. Zool. **41**: 1—30.

ALIMOV, A. F. und GOLIKOV, A. N. (1974): Some patterns of the ratio between the size and the weight in molluscs. — Zool. Zh. **53**: 517—530. (Auf Russisch)

BAUER, G. (1979): Untersuchungen zur Fortpflanzungsbiologie der Flußperlmuschel (Margaritana margaritifera) im Fichtelgebirge. — Arch. Hydrobiol. **85**: 152—165.

— (1983): Age specific mortality rates and population trend of the freshwater pearl mussel (Margaritifera margaritifera) in North Bavaria. — Arch. Hydrobiol. **98**: 523—532.

VON BERTALANFFY, L. (1938): A quantitative theory of organic growth. — Human Biol. **10**: 181—213.

CERRATO, R. M. (1980): Demographic analysis of bivalve populations. — In: RHOADS, D. C. & LUTZ, R. A. (ed.): Skeletal growth of aquatic organisms. Plenum Press, New York und London. (417—465)

DAY, M. E. (1984): The shell as a recording device: growth record and shell ultrastructure of Lampsilis radiata radiata (Pelecypoda: Unionidae). — Can. J. Zool. **62**: 2495—2504.

HAUKIOJA, E. & HAKALA, T. (1978 a): Measuring growth from shell rings in populations of Anodonta piscinalis (Pelecypoda, Unionidae). — Ann. Zool. Fennici **15**: 60—65.

— (1978 b): Life-history evolution in Anodonta piscinalis (Mollusca, Pelecypoda). — Oecologia **35**: 253—266.

JUNGBLUTH, J. H. & LEHMANN, G. (1976): Untersuchungen zur Verbreitung, Morphologie und Ökologie der Margaritifera-Populationen an den atypischen Standorten des jungtertiären Basaltes im Vogelsberg/Oberhessen (Mollusca: Bivalvia). — Arch. Hydrobiol. **78**: 165—212.

JUNGBLUTH, J. H. (1978): Prodromus zu einem Atlas der Mollusken von Hessen. Fundortkataster der Bundesrepublik Deutschland, Teil 5. Saarbrücken.

KAT, P. W. (1982): Effects of population density and substratum type on growth and migration of Elliptio complanata (Bivalvia: Unionidae). — Malacological Rev. **15**: 119—127.

McCUAIG, J. M. & GREEN, R. H. (1983): Unionid growth curves derived from annual rings: a baseline model for Long Point Bay, Lake Erie. — Can. J. Fish. Aquat. Sci. **40**:436—442.

MENTZEN, R. (1926): Bemerkungen zur Biologie und Ökologie der mitteleuropäischen Unioniden. — Arch. Hydrobiol. **17**: 381—394.

NAGEL, K.-O. (1984): Untersuchungen an Populationen von Anodonta piscinalis NILSSON, 1823 (Bivalvia, Unionidae) in hessischen Gewässern. — Hess. faun. Briefe **4**: 56—63.

NEGUS, C. L. (1966): A quantitative study of growth and production of unionid mussels in the river Thames at Reading. — J. Anim. Ecol. **35**: 513—532.

ÖKLAND, J. (1963): Notes on population density, age distributiion, growth, and habitat of Anodonta piscinalis Nilss. (Moll., Lamellibr.) in a eutrophic Norwegian lake. — Nytt Mag. Zool. **11**: 19—43.

SCHIERHOLZ, C. (1889): Über Entwicklung der Unioniden. — Denkschr. Akad. Wiss., Wien — Math. — nat. Kl. — **25**: 183—214 und 4 Tafeln.

STONE, N. M., EARLL, R., HODGSON, A., MATHER, J. G., PARKER, J., WOODWARD, F. R. (1982): The distributions of three sympatric mussel species (Bivalvia: Unionidae) in Budworth Mere, Cheshire. — J. moll. Stud. **48**: 266—274.

TUDORANCEA, C. & FLORESCU, M. (1968): Considerations concerning the production and energetics of Unio tumidus Philipsson population from the Crapina marsh. — Trav. Mus. hist. nat., „Gr. Antipa" **8**: 395—409.

TUDORANCEA, C. & GRUIA, L. (1968): Observations on the Unio crassus Philipsson population from the Nera river. — Trav. Mus. hist. nat., „Gr. Antipa" **8**: 381—394.

YOUNG, M. & WILLIAMS, J. (1984 a): The reproductive biology of the freshwater pearl mussel Margaritifera margaritifera (Linn.) in Scotland. I. Field studies. — Arch. Hydrobiol. **99**: 405—422.

— (1984 b): — II. Laboratory studies. — Arch. Hydrobiol. **100**: 29—43.

Manuskript bei der Schriftleitung eingegangen am 5. Dezember 1985.

Anschrift des Verfassers:

Karl-Otto Nagel
Institut für Zoologie—Limnologie
Universität Kassel
Heinrich-Plett-Straße 40
D—3500 Kassel
BRD

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Philippia. Abhandlungen und Berichte aus dem Naturkundemuseum im Ottoneum zu Kassel

Jahr/Year: 1982-1987

Band/Volume: 5

Autor(en)/Author(s): Nagel Karl-Otto

Artikel/Article: Untersuchungen an einer Najadenpopulation (Bivalvia: Unionidae) in einem Baggersee bei Kassel (Nordhessen) 383-395