

Der Gefährdungsgrad der Sphaeriidae (Bivalvia, Veneroidea) in Hamburg.

P. GLÖER

Schulstrasse 3, D-25491 Hetlingen, Germany; gloeer@malaco.de

Dedicated to Dr Hans Kuiper, the outstanding expert on the Sphaeriidae whose previous work contributed so much to our science. I highly appreciate his helpful advice.

ABSTRACT

Between 2001 and 2004, 623 samples of freshwater molluscs were gathered in Hamburg and examined. In this way about 2207 sets of data indicating the presence of the genus *Sphaerium*, *Musculium* and *Pisidium* were found which have been ecostatistically evaluated by applying different criteria. A method of mathematical evaluation of the degree of endangerment of the Sphaeriidae in Hamburg is presented.

KURZFASSUNG

Es wurden 623 Proben von 2001-2004 in Hamburg gesammelt und bearbeitet. Dabei entstanden 2207 Datensätze mit Nachweisen von Arten der Gattungen *Sphaerium*, *Musculium* und *Pisidium*, die nach verschiedenen Kriterien ökostatistisch ausgewertet wurden. Es wird eine Methode vorgestellt, den Gefährdungsgrad der Sphaeriidae in Hamburg rechnerisch zu ermitteln.

Key words: Bivalvia, Sphaeriidae, *Sphaerium*, *Musculium*, *Pisidium*, ecostatistics, pollution distribution, Germany.

EINLEITUNG

Die Verbreitung der Süßwassermollusken ist bei ausreichender Wasserqualität fast ausschließlich abhängig, von den Gewässertypen, die den Tieren zur Verfügung stehen. Die Eutrophierung der Gewässer führt meist erst ab Güteklasse III-IV zu einer Extinktion empfindlicherer Arten. Somit ist die Gefährdung der hier betrachteten Sphaeriiden in Zeiten besser werdender Wasserqualität, zumindest in Hamburg, nur noch abhängig von Habitatzerstörungen und Habitatveränderungen durch wasserbauliche Maßnahmen. Welche Auswirkungen die Veränderung der Gewässermorphologie einerseits und die Verbesserung der Wasserqualität andererseits haben, zeigt sich in Hamburg sehr deutlich. Durch die ständig zunehmende Elbevertiefung in den letzten 100 Jahren hat dort eine extreme Extinktion (19 Taxa) von Süßwassermollusken stattgefunden, während sie in dem zunehmend sauberen Hamburger Hafen (Reduktion eutrophierender Abwässer und seit 1990 Halbierung toxischer Stoffkonzentrationen) um den Faktor 2.5 zugenommen hat (Glöer, 2002).

Da die Rote Liste der Mollusken nebst Verbreitungskarten in Hamburg von 1997 überwiegend auf Literaturdaten basiert, führte dies durch die unzureichende Datenlage zu zahlreichen Fehleinschätzungen. Dies gilt besonders für *Sphaerium solidum*

(Normand, 1844), das in der Roten Liste (Dembinski et al., 1997) als "ausgestorben oder verschollen" geführt wurde, tatsächlich aber in hohen Abundanzen, beispielsweise im Hamburger Hafen, vertreten ist (Glöer, 2002). Rote Listen haben sich seit Jahren als wichtiges Instrument im Naturschutz etabliert. Um die Akzeptanz zu erhalten oder zu erhöhen, bedarf es jedoch eingehender Untersuchungen durch Spezialisten. Wenn in Hamburg derzeit 13 der 17 behandelten Kleinmuschelarten auf der Roten Liste stehen, dann hat sie ihren Wert verloren.

MATERIAL UND METHODEN

Um zu einer realistischen Einschätzung der Gefährdung der Kleinmuscheln in Hamburg zu gelangen, wurden 623 Proben ausgewertet, die 2207 Datensätze über Sphaeriiden ergaben. Neben den Ortsangaben wurden Daten über den Gewässertyp, die Sedimentbeschaffenheit und die Absenz bzw. Präsenz submerser Makrophyten erhoben, um die ökologische Valenz bezüglich der Habitatwahl zu ermitteln. Gleichzeitig konnten *Sphaerium nucleus* (Studer, 1820), *S. ovale* (Ferussac, 1807), *Pisidium globulare* (Clessin, 1873), *P. moitessierianum* Paladilhe 1866 und *P. tenuilineatum* Stelfox, 1918 für Hamburg neu nachgewiesen werden.

Die Probennahme erfolgte bei größeren Gewässern vom Boot aus mit einem Stoßhaken. Kleinere Gewässer wurden vom Ufer aus beprobt. Dabei wurde jeweils eine Benthosprobe und, soweit vorhanden, eine Probe aus dem Phytoal genommen. Um das Arteninventar möglichst vollständig zu erfassen, wurden einige Gewässer mehrfach zu verschiedenen Jahreszeiten beprobt.

DAS GEBIET

Hamburg gliedert sich in 5 Hauptnaturräume: (1) Die **Stormarner Jungmoräne**: In diesem überwiegend moorigen Gebiet finden sich die Oberläufe einiger Fließgewässer, gestaute Bereiche (RHB, Rückhaltebecken), Teiche und Gräben. Viele der kleineren Gewässer fallen im Sommer trocken, da der Grundwasserspiegel sehr tief liegt. In diesem Gebiet findet man insbesondere *Pisidium globulare*. (2) Die **Nördliche Altmoräne** ist überwiegend eng bebaut, so daß hauptsächlich Fließgewässer, Kanäle, RHBs und einige Badeseen zu finden sind. Die Fließgewässer und Kanäle haben Anbindung an die Alster. (3) Das **Alstertal**: Der Oberlauf der Alster auf Schleswig-Holsteinischem Gebiet ist recht naturnah und mäandriert durch Wiesen und kleine Wälder. Im Unterlauf ist die Alster aufgestaut zur Binnen- und Außenalster. Der sandige Grund der Gewässer ist mit einer leichten Schlammschicht bedeckt, mit mehr oder weniger großem Anteil an vermoderndem Laub. Durch die Strömung ist diese Schicht allerdings gut durchlüftet. Durch die aeroben Verhältnisse in den oberen Sedimentschichten ist die Zahl an Bivalvien, insbesondere den Pisidien sehr hoch, so daß im Alstertal die höchste Artenvielfalt herrscht. (4) Das **Urstromtal** ist von den Gewässertypen her am vielfältigsten. Die Elbe weist aber nur im geschützten Hafengebiet eine nennenswerte Artenzahl von Mollusken auf. In der Tide-Elbe hat man einerseits sandige Bereiche mit zu geringer Nährstoffkonzentration, auf der anderen Seite schlammige Bereiche mit hoher Sedimentationsrate. Das Urstromtal besteht hauptsächlich aus nährstoffreichen Marschböden, die im westlichen Teil an der Grenze zur (5) **Altmoräne**, die überwiegend bewaldet und bebaut ist, in ein Mooregebiet übergehen.

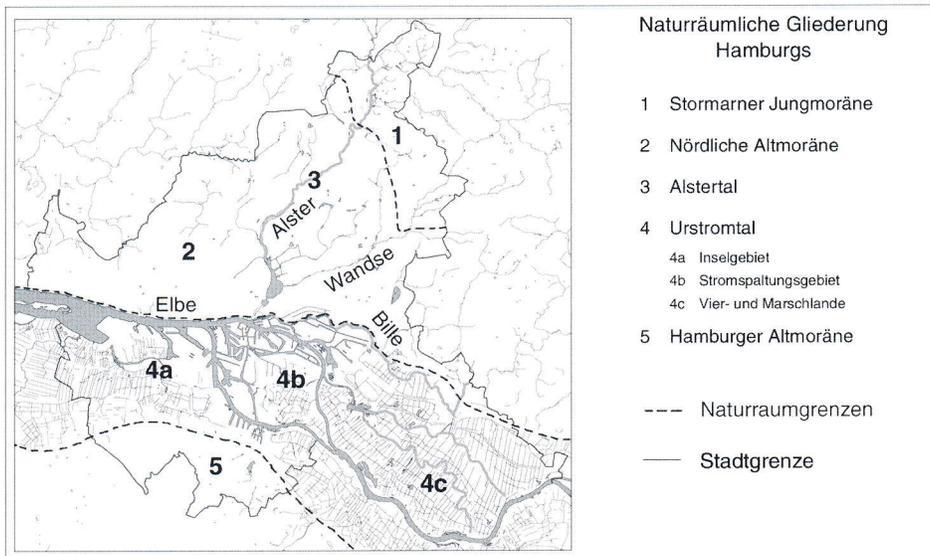


Abbildung 1. Die naturräumliche Gliederung Hamburgs.

DER GEFÄHRDUNGSGRAD

Die Veränderung der Gewässermorphologie kann (1) während der Baumaßnahmen (z. B. Gewässerunterhaltung) zur lokalen Extinktion einer Population führen oder (2) durch die damit verbundene Veränderung der Strömungsverhältnisse den Lebensraum einer Art zerstören. Möglicherweise wird dadurch aber ein Lebensraum für eine oder mehrere andere Arten geschaffen. In wieweit eine lokale Habitatzerstörung den Bestand einer Art gefährdet, ist von der allgemeinen Verbreitung der Art abhängig, denn weit verbreitete Arten haben die Chance zerstörte Habitats schnell wieder zu besiedeln, sobald die Störfaktoren beseitigt sind; die Extinktion endemischer Arten dagegen wäre irreversibel. Die Wiederbesiedlung oder Erstbesiedlung neu geschaffener Biotope wird außerdem durch häufig vorkommende Arten erleichtert. Letztlich ist es die ökologische Valenz, die darüber entscheidet, ob sich eine Art in dem veränderten oder neuen Gewässer etablieren kann.

Bei der Bestimmung des Gefährdungsgrads muß somit die allgemeine Verbreitung, die Stetigkeit der Vorkommen (Frequenz) im untersuchten Gebiet und die spezielle Nischenbreite der Arten berücksichtigt werden.

Der Gefährdungsgrad der Sphaeriidae in Hamburg

Beim Erstellen Roter Listen sollte die Einordnung der Arten in die einzelnen Gefährdungskategorien möglichst objektiv und reproduzierbar erfolgen. Um dies zu ermöglichen wurde versucht, angeregt durch die Arbeit von FEHÉR & al. (2004), für jede Art den Gefährdungsgrad zu ermitteln, über den dann eine objektive Zuordnung zu den

Kategorien der Roten Liste möglich ist. Für die Berechnung des Gefährdungsgrads wurden die folgenden Faktoren berücksichtigt.

1. Frequenz (F = frequency)

Daß weit verbreitete Arten selbst dann im Sinne der Arterhaltung ungefährdet sind, wenn eine lokale Gefährdung gegeben ist, ist trivial. Dagegen kann einer Art, die in einem lokal begrenzten Gebiet häufig ist, ein relativ hoher Gefährdungsgrad zugeschrieben werden, wenn diese Populationen eine überregionale Bedeutung für den globalen Bestand einer allgemein seltenen Art darstellen. Lokale Extinktionen in Nachbargebieten können aus diesen Populationen durch passive Verbreitung (beispielsweise durch Vögel als Vektor) nach verbesserter Biotopsituation wiederbelebt werden.

Häufige Arten, die in zahlreichen Gewässersystemen regelmäßig zu finden sind, sind nicht in ihrem Bestand gefährdet, wenn sie in einem lokal begrenzten Gebiet aussterben. Um diesen Faktor für die Berechnung des Gefährdungsgrads zu berücksichtigen, wird die Frequenz der Vorkommen berechnet nach:

$$F = \frac{n_i \cdot 100}{N},$$

mit n_i = Anzahl der Nachweise der i -ten Art und N = Anzahl aller Probenahmen.

Anschließend erfolgt eine Gewichtung der Frequenz in 5 Klassen:

Frequenz	100 - 25.0 %	24.9 - 15.0 %	14.9 - 5.0 %	4.9 - 1.0 %	< 1.0 %
F	0	1	2	3	4

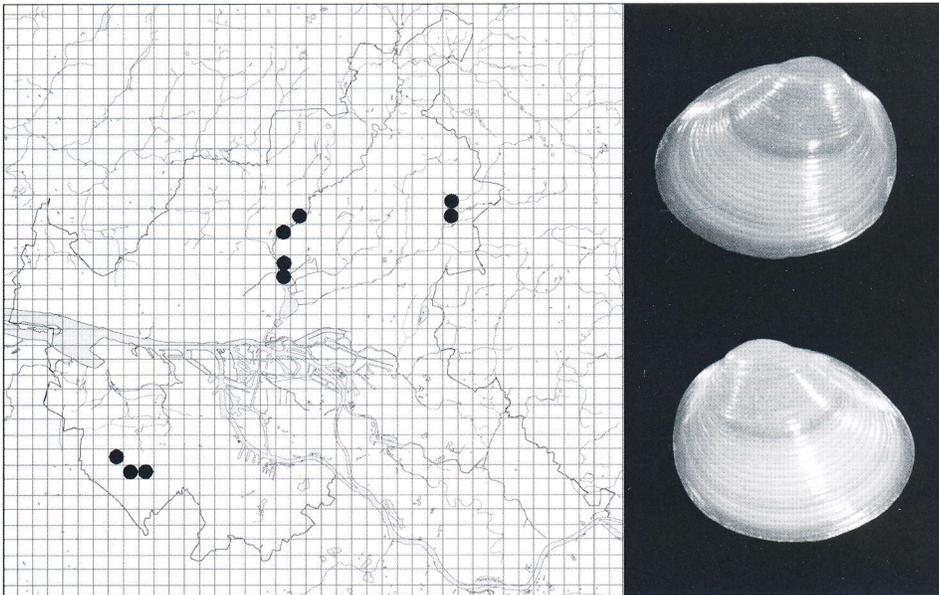


Abb. 2. Die rezente Verbreitung von *Pisidium pulchellum* Jenyns, 1832 in Hamburg. Rechts: *P. pulchellum*, Moorwettern, Hamburg (10x).

2. Die spezielle Nischenbreite (NW = niche width).¹⁾

Der Gefährdungsgrad ist umso höher, je geringer die Toleranzbreite bezüglich der Habitatwahl ist. Lebt eine Art nur in einem Gewässertyp, wie beispielsweise *Pisidium personatum* Malm, 1855 in Quellen bzw. Gewässern mit Grundwasseraustritten, so liegt ein hoher Gefährdungsgrad vor, denn durch Absenken des Grundwasserspiegels oder das Einfassen von Quellen wird ihnen der Lebensraum entzogen; lebt sie hingegen in allen untersuchten Gewässertypen, so ist der Gefährdungsgrad Null.

Bildet man die Summe der Quadrate der relativen Vorkommen der jeweiligen Art (p) im untersuchten Habitat (i), so ergeben sich Werte, die von der Anzahl der untersuchten Habitate (n) abhängig sind.

$$NW = \sum_{i=1}^n p_i^2$$

Multipliziert man diesen Wert mit n, so erhält man eine Schwankung zwischen n (kommt nur in einem Habitat vor) und 1 (kommt in allen untersuchten Habitaten vor).

Um den Wert des NW-Index zwischen 0 (nicht gefährdet) und 1 (stark gefährdet) schwanken zu lassen, ergänzt man die Gleichung um einen Faktor und einen Summanden, der für NW = 1 im Ergebnis 0 und für NW = n im Ergebnis 1 ergibt und erhält:

$$NW = \frac{n}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n p_i^2 - \frac{1}{n-1}$$

mit n = Anzahl der Habitate; pi = prozentuales Vorkommen der Art p im Habitat i.

Der Wert für NW bewegt sich nun zwischen 1 (Arten, die nur in einem Habitat leben) und 0 (Arten, die in allen untersuchten Habitaten gleichermaßen leben).

Beispielrechnungen:

(1) die Art lebt nur in einem von 10 untersuchten Habitaten:

$$NW = \frac{10}{9} \cdot 1 - \frac{1}{9} = 1.$$

(2) Lebt eine Art in allen 10 Habitaten gleichermaßen, dann ist p = 0.1 und man erhält:

$$NW = \frac{10}{9} \cdot 10 \cdot 0.1^2 - \frac{1}{9} = 0.$$

¹⁾Für die Berechnung der speziellen Nischenbreite werden von verschiedenen Autoren unterschiedliche Formeln verwendet (Mühlenberg, 1993). Meist benutzt man hier die Nischenbreite B nach Levin, die Werte zwischen 0 (Arten, die nur in einem Habitat leben) und 1 (Arten, die in allen untersuchten Habitaten gleichermaßen leben) annimmt. Da in der vorliegenden Arbeit 0 aber die geringste Gefährdung darstellt, wird eine Formel entwickelt, die dieser Forderung Rechnung trägt.

In die Berechnung wurden nur Funde rezenter Arten einbezogen, die in dem jeweiligen Habitat wenigstens der Dominanzklasse rezident (nach Engelmann, 1978) angehörten, um Zufallsfunde in untypischen Habitaten auszuschließen. Beispielsweise gab es einen Fund von *Sphaerium solidum* in einem Entwässerungsgraben der Vier- und Marschlande, in den das Tier vermutlich mit einem Vogel als Vektor verschleppt wurde, dort aber niemals langfristig überleben kann. Die Gewichtung der ökologischen Valenz erfolgt nach folgender Klasseneinteilung:

NW	< 23.0 %	23.0 - 35.0 %	36.0 - 45 %	> 45.0 %
Spezielle Nischenbreite	1	2	3	4

Arten, die in ca. 20 % der untersuchten Gewässertypen vorkommen ergeben einen NW-Wert von ca. 45 % und können als stenotop bezeichnet werden. Entsprechend kann man dann Arten mit Werten kleiner NW=23 % (kommt in 80 % aller untersuchten Gewässer vor) als eurytop bezeichnen. Die Arten dazwischen lassen sich nicht eindeutig zuordnen, sie verhalten sich indifferent.

Man erkennt einerseits die stenotopen Arten *Sphaerium rivicola* (Lamarck 1818),

Tabelle 1. Die ökologische Valenz der Sphaeriidae in Hamburg.

Taxon	Kleingewässer perennierend	Kleingewässer temporär	Teiche, Weiher	Seelitoral	Be- und Entwässerungsgraben	Fluß, Kanal lentic	Fluß, Kanal mäßig fließend bis lotisch	Bach	Sediment				Phytal			
									Schlickwatt aerob	Schlamm		Sand	vorhanden	nicht vorhanden		
										aerob	anaerob					
<i>Sphaerium corneum</i>																
<i>Sphaerium nucleus</i>																
<i>Sphaerium ovale</i>																
<i>Sphaerium rivicola</i>																
<i>Sphaerium solidum</i>																
<i>Musculium lacustre</i>																
<i>Pisidium amnicum</i>																
<i>Pisidium casertanum</i>																
<i>Pisidium c. ponderosum</i>																
<i>Pisidium personatum</i>																
<i>Pisidium globulare</i>																
<i>Pisidium obtusale</i>																
<i>Pisidium henslowanum</i>																
<i>Pisidium supinum</i>																
<i>Pisidium nitidum</i>																
<i>Pisidium nitidum crassum</i>																
<i>Pisidium pseudosphaerium</i>																
<i>Pisidium milium</i>																
<i>Pisidium subtruncatum</i>																
<i>Pisidium pulchellum</i>																
<i>Pisidium moitessierianum</i>																

Präsenz pro Habitat: - - - < 20%, — 20-49%, □ 50-79%, ■ > 79%.

S. solidum, *Pisidium supinum* (A. Schmidt 1851) und *P. moitessierianum*, die die größeren Fließgewässer mit aerobem Sediment präferieren. Daneben gibt es die eurytopen Arten, wie *Sphaerium corneum* (Linnaeus 1758), *Musculium lacustre* (Müller, 1774), *Pisidium milium* Held, 1836 und *P. subtruncatum* Malm, 1855, die keinerlei Präferenz bezüglich der Habitatwahl zeigen. Dies entspricht den Ergebnissen von Meier-Brook (1975), der allerdings auch noch *P. casertanum* (Poli, 1791) und *P. henslowanum* (Sheppard, 1823) keine deutliche Habitatpräferenz zuordnet. In Hamburg leben diese beiden Taxa zu über 50 % in Fließgewässern. *P. pulchellum* findet man in Hamburg auch in moorigen Gewässern mit torfigem Sediment (Moorwettern, siehe Abb. 2), ein Habitat, das nach (Meier-Brook, 1975) von dieser Art gemieden wird. Insgesamt wissen wir aber noch zu wenig über die ökologischen Ansprüche dieser seltenen Art (Kuiper, 1986), und auch umfangreichere ökostatistische Analysen (Zettler & Glöer, 2004) führten zu keiner neuen Erkenntnis.

3. Gewässersysteme, Naturräume (WS = water systems)

Arten, die als K-Strategen allgemein nur in geringen Abundanzen auftreten und dadurch auch seltener aufgefunden werden, generell als gefährdet zu betrachten, wäre nicht gerechtfertigt. Hier sollte die Verbreitung über die einzelnen Gewässersysteme bzw. Naturräume mit berücksichtigt werden. So ist der Gefährdungsgrad höher zu bewerten, wenn die Art nur in einem Gewässersystem/Naturraum auftritt, als wenn sie in diversen Gewässersystemen/Naturräumen anzutreffen ist.

Lebt eine Art in nur einem Gewässersystem oder einem Naturraum im Untersuchungsgebiet, so muß die Gefährdung deutlich höher beurteilt werden, als wenn die Art, auch wenn sie seltener ist, in mehreren Naturräumen oder Gewässersystemen zu finden ist. Für Hamburg ergibt sich folgende Klasseneinteilung:

Anzahl der Naturräume	>4	3	2	1
WS	0	1	2	3

4. Rückgangstendenzen (R = regressive tendencies)

Sind rückläufige Tendenzen einer Art erkennbar, so muß der Gefährdungsgrad um +1 erhöht werden. Da die Pisidien in Hamburg nie gut untersucht wurden, konnte dieser Wert nicht zur Anwendung kommen. Lediglich bei *Sphaerium solidum*, *S. rivicola* und *Pisidium amnicum* (Müller, 1774) sind Rückgangstendenzen nachweisbar.

5. Berechnung des Gefährdungsgrads (DI = dangerment index)

Der Gefährdungsgrad errechnet sich dann aus der Summe der Einzeldaten:

$$DI = F + NW + WS + R$$

und kann Werte zwischen 1 (nicht gefährdet) und 12 (stark gefährdet) annehmen.

Für Hamburg errechnen sich somit die in der folgenden Tabelle dargestellten Gefährdungsgrade.

Tabelle 2. Gefährdungsgrad der Sphaeriidae in Hamburg, geordnet nach der Frequenz der Taxa.

Taxon	n	Frequenz [%]	F	NW [%]	NW	WS	R	DI
<i>Sphaerium corneum</i>	367	58.91	0	20.49	1	0		1
<i>Pisidium henslowianum</i>	260	41.73	0	27.18	2	0		2
<i>Pisidium casertanum</i>	241	38.68	0	15.66	1	0		1
<i>Musculium lacustre</i>	189	30.34	0	15.91	1	0		1
<i>Pisidium subtruncatum</i>	164	26.23	0	24.53	2	0		2
<i>Pisidium nitidum</i>	141	22.63	0	32.42	3	0		3
<i>Pisidium supinum</i>	115	18.46	1	54.74	4	0		5
<i>Sphaerium rivicola</i>	103	16.53	1	72.93	4	1	1	7
<i>Sphaerium solidum</i>	90	14.45	2	82.66	4	1	1	8
<i>Sphaerium ovale</i>	89	14.29	2	30.40	3	0		5
<i>Pisidium ammicum</i>	79	12.68	2	30.29	3	0	1	6
<i>Pisidium milium</i>	58	9.31	2	21.29	1	0		3
<i>Pisidium nitidum crassum</i>	40	6.42	2	45.91	4	1		7
<i>Pisidium casertanum ponderosum</i>	38	6.10	2	55.27	4	1		7
<i>Sphaerium nucleus</i>	29	4.65	3	37.35	3	1		7
<i>Pisidium moitessierianum</i>	21	3.37	3	87.67	4	3		10
<i>Pisidium obtusale</i>	19	3.05	3	27.68	2	0		5
<i>Pisidium pulchellum</i>	18	2.89	2	36.85	3	1		6
<i>Pisidium pseudosphaerium</i>	16	2.57	3	46.63	4	3		10
<i>Pisidium globulare</i>	14	2.25	3	33.78	3	1		7
<i>Pisidium personatum</i>	4	0.64	4	31.25	3	0		7
<i>Pisidium tenuilineatum</i>	1	0.16	4	100.00	4	3		11

Betrachtet man diejenigen Arten, die einen Gefährdungsgrad zwischen 7 und 12 besitzen, als gefährdet, so müssten 45 % der Sphaeriiden in die Rote Liste eingestuft werden, das sind 30 % weniger Arten, als derzeit in der Roten Liste enthalten sind. Rote Listen haben allerdings einen offiziellen Charakter und können nur von der zuständigen Behörde herausgegeben werden. Deshalb wird hier auf eine Zuordnung der Gefährdungsgrade zu den Kategorien der Roten Liste verzichtet.

DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die Arten mit dem geringsten Gefährdungsgrad (*Sphaerium corneum*, *Pisidium casertanum*, *Musculium lacustre*) können als Generalisten bezeichnet werden, und sind in allen Naturräumen in Hamburg präsent. Während *Sphaerium. corneum* keinerlei Präferenzen aufweist, präferiert *Pisidium casertanum* fließende Bereiche der Flüsse und Kanäle und meidet Bereiche mit submerser Vegetation; *Musculium. lacustre* hingegen bevorzugt Stillgewässer, in denen es im Phytal lebt.

Die meisten Arten mit hohem Gefährdungsgrad leben im strömenden Bereich größerer Fließgewässer, von denen nur die Alster, die Alsterkanäle und die Elbe als Lebensraum zur Verfügung stehen. Von diesen Arten, die stenotop an Fließgewässer gebunden sind, besitzt hingegen *Pisidium. supinum* nur einen vergleichsweise geringen Gefährdungsgrad, da es auch kleinere Fließgewässer besiedelt.

Die selteneren Arten wie z. B. *P. pulchellum* zeigen sich erstaunlich indifferent bezüglich ihrer ökologischen Ansprüche. Möglicherweise wurde der geeignete Faktor, der ihre Habitatwahl ausmacht, nicht berücksichtigt.

DANKSAGUNG

Mein besonderer Dank gilt Herrn R. Diercking, der im Rahmen fischereikundlicher Untersuchungen, teils in ehrenamtlicher Tätigkeit mit der "Interessengemeinschaft zum Schutz und zur Förderung der einheimischen Fischfauna (ISCHUFI) e. V.", die bisher größte Datenerhebung von Süßwassermollusken in Hamburg durchgeführt hat und mir dieses umfangreiche Material zur Determination und Weiterbearbeitung zusammen mit seinen detaillierten Protokollaufzeichnungen uneigennützig zur Verfügung gestellt hat. Ferner danke ich Dr Michael L. Zettler für hilfreiche Kommentare zu einer Vorfassung dieses Manuskripts.

LITERATUR

- DEMBINSKI, M., A. HAACK, & B. BAHLK, 1997. Artenhilfsprogramm und Rote Liste der Binnenmollusken - Schnecken und Muscheln - in Hamburg. — Naturschutz und Landschaftspflege in Hamburg, Schriftenreihe der Umweltbehörde 47: 1-208.
- ENGELMANN, H.-D., 1978. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden. — *Pedobiologia* 18: 378- 380.
- FEHÉR, Z., G. MAJOROS & A. VARGA, 2005. A scoring method for the assessment of rarity and conservation value of the Hungarian freshwater molluscs. — *Heldia* 6: 127-140.
- GLÖER, P., 2002. Die Molluskenfauna der Elbe bei Hamburg und angrenzender Gewässer vor 100 Jahren und heute. — *Collectanea Malacologica*, Festschrift Gerhard Falkner: 479-517. Hackenheim.
- KUIPER, J. G. J., 1986. *Pisidium pulchellum*, een uitstervende soort? — *Correspondentieblad van de Nederlandse Malacologische Vereniging* 230: 156-160.
- MEIER-BROOK, C., 1975. Der ökologische Indikatorwert mitteleuropäischer *Pisidium*-Arten (Mollusca, Eulamellibranchiata). — *Eiszeitalter und Gegenwart* 25: 190-195.
- MÜHLENBERG, M., 1993. *Freilandökologie*, 3. Auflage: 1-512, Wiesbaden.
- ZETTLER, M. & P. GLÖER, 2005. Zur Ökologie und Morphologie der Sphaeriidae der Norddeutschen Tiefebene. — *Heldia* 6 (Sonderheft 8): 1-61.