

Neozoen in mitteleuropäischen Gewässern

Thomas Tittizer*

Zusammenfassung

Durch Naturereignisse und menschliche Aktivitäten werden Flussökosysteme stark verändert. Da vielen einheimischen Tierarten dadurch die Lebensgrundlage entzogen wird, verschwinden sie aus dem Faunenbild. Das entstandene Faunendefizit in den Gewässern wird in der Regel durch Neozoa aufgefüllt. Diese aus biogeographisch oft entfernten Regionen stammenden Tierarten gelangen durch passive Verschleppung (Schiffe, Vögel), aktive Wanderung oder Aussetzung durch Menschen in unsere Gewässer und können sich wegen der dort oft vorherrschenden mangelnden Konkurrenz schnell und weit verbreiten. Da die daraus resultierenden Folgen nicht bekannt sind, wirkt dies auf die Menschen oft beängstigend. Ob solche Veränderungen in der biozönotischen Struktur einen Verlust oder eine Bereicherung für die betreffende Lebensgemeinschaft darstellen, hängt vom Blickwinkel des Beobachters und von unseren wirtschaftlichen und artenschutzrechtlichen Zielsetzungen ab.

Summary

Natural events and human activities cause major changes to river ecosystems. Because many indigenous species lose their living conditions in this manner, they disappear from the faunal scene. The resulting faunal deficit in surface waters is usually filled by alien species (neozoa). These species, which often originate from biogeographically distant regions, come into our waters either by passive dispersal (transport by ships or birds), by active migration, or are introduced by man. As a result of the lacking competition in these waters, they can disperse rapidly over wide areas. People are often concerned as the consequences of this dispersal are not yet known. Whether such changes in the structure of biocoenoses are considered a loss or a valuable addition for the respective community depends on the point of view of the observer, on economic interests, and on the objectives pursued in nature conservation.

Einführung

Kurz nach der Eröffnung des Main-Donau-Kanals im September 1992 bekam ich einen Anruf aus dem Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen. Der Anrufer wollte wissen, was man gegen die durch die Kanalöffnung zu erwartende Invasion von frem-

den Arten (Neozoa) tun könne. Meine Antwort war: Gar nichts. Was man vernünftigerweise tun kann und auch sollte, ist lediglich eine Beobachtung der Populationsentwicklung dieser neuen Arten in unseren Gewässern.

Hätte man keine Angst vor diesen neuen unbekannteren Arten, so könnte man sich getrost zurücklehnen und sagen: In Zeiten der Globali-

* Tittizer, Thomas, Prof. Dr., Bundesanstalt für Gewässerkunde, Kaiserin-Augusta-Anlagen 15-17, D-56068 Koblenz

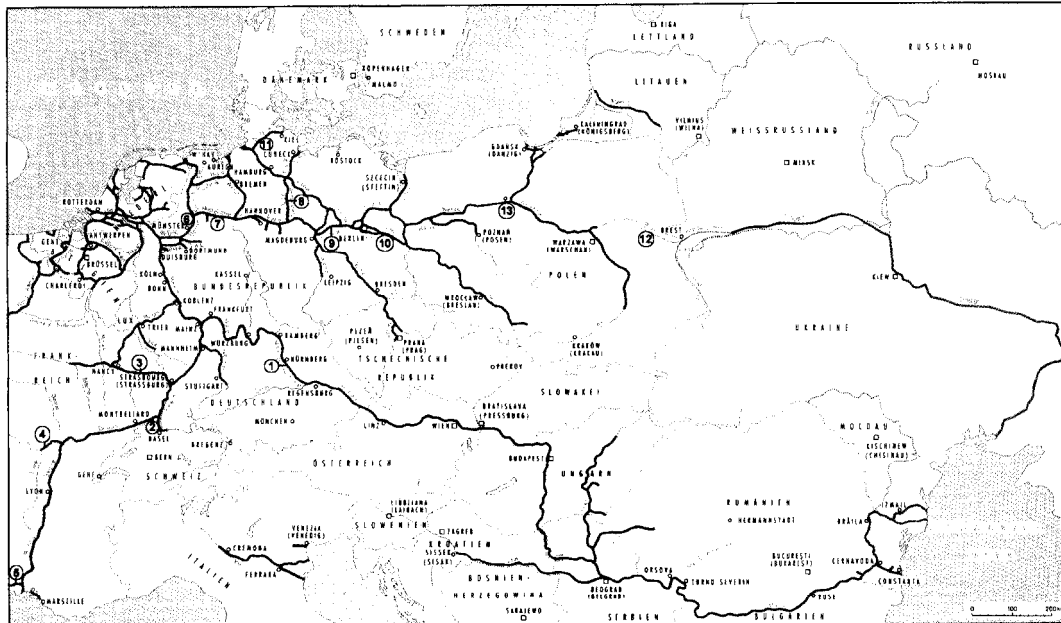


Abb. 1. Bedeutende europäische Wasserstraßen.

sierung und der Ost-Erweiterung der EU verhalten sich diese Arten durchaus zeitgemäß!

Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf die Neozoa unter den wirbellosen Tieren (Makroinvertebraten).

Die Wurzeln dieser Tiere liegen in geographisch z.T. weit entfernten Regionen, wie z.B. in Neuseeland, Ost- und Südostasien, der Westküste Afrikas, der Atlantikküste Nordamerikas, dem Gebiet des Schwarzen und des Kaspischen Meeres, dem Mittelmeerraum, aber auch in den Gewässern Südost- und Südwesteuropas. Schiffe haben diesen Arten den Sprung nach Europa bzw. nach Deutschland ermöglicht; im Ballast- oder im Kühlwassersystem von Schiffen, aber auch durch eine Anheftung an den Schiffskörper konnten sie weite Strecken überwinden (Reinhold & Tittizer 1999). Weiterhin trugen Wasservögel und das Wasser selbst (Schleppkraft) zur Ausbreitung von Neozoa in den mitteleuropäischen Gewässern bei. Durch eine beabsichtigte und/oder unbeabsichtigte Aussetzung dieser Tiere in fremde Flusssysteme hat auch der Mensch in beträchtlichem Maße zur Ausbreitung der Neozoa beigetragen. Einige Neozoa, wie z.B. die Wollhandkrabbe *Eriocheir sinensis*, können sogar weite Strecken an Land

und im Wasser (gegen die Strömung) zurücklegen (aktive Ausbreitung).

Als eine der wichtigsten Ursachen für die Ausbreitung der Neozoa ist der Bau von Kanälen anzusehen. Durch den Bau von Kanälen wurden vorher getrennte Flusssysteme miteinander verbunden und somit natürliche Ausbreitungshindernisse für hololimnische Makroinvertebraten, darunter viele Neozoa, beseitigt (Abb. 1).

Wie der Abb. 1 zu entnehmen ist, verbindet der Rhein-Main-Donau-Kanal (1) das Schwarze Meer mit der Nordsee, der Rhein-Rhône-Kanal (2) das Mittelmeer mit der Nordsee, der Marne-Rhein-Kanal (3) die Marne, Maas, Mosel, Saar und den Rhein, der Canal du Centre (4) die Saône mit der Loire und der Canal du Midi (5) das Mittelmeer mit dem Atlantik.

Der Dortmund-Ems-Kanal (6) verbindet den Rhein mit Ems und Nordsee, der Mittellandkanal (7) die Ems, Weser und Elbe, der Elbe-Seitenkanal (8) die Ostsee mit dem Mittellandkanal, der Elbe-Havel-Kanal (9) und die Spree-Oder-Wasserstraße (10) die Elbe mit der Oder und schließlich der Nord-Ostsee-Kanal (11) die Ostsee mit der Nordsee.

Im Osten existiert eine Verbindung zwischen dem Schwarzen Meer, Dnjepr, Pripjet, Bug-Ka-

nal (12) und Weichsel. Der Bromberg-Kanal (13) verbindet die Weichsel über die Netze und Oder mit der Ostsee.

Noch weiter im Osten ist der Don-Wolga-Kanal zu nennen, der eine Verbindung zwischen dem Schwarzen und dem Kaspischen Meer darstellt. Das Kaspische Meer wiederum wird über die Wolga, das Marien-Kanalsystem und die Neva mit der Ostsee verbunden. Und schließlich verbindet der Suez-Kanal das Rote Meer mit dem Mittelmeer.

Neozoa in den mitteleuropäischen Gewässern und ihre Ausbreitungswege

Ein hoher Prozentsatz, nämlich 10-15 % der in den mitteleuropäischen Gewässern vorkommenden Makroinvertebraten gehört der Gruppe der Neozoa an. In den norddeutschen Kanälen liegt ihr Anteil sogar bei über 20 %.

Die insgesamt 42 nachgewiesenen Neozoa-Arten sind verschiedenen taxonomischen Gruppen zuzuordnen. So gehören jeweils zwei Arten der Gruppe der Hohltiere (Coelenterata) und der Strudelwürmer (Turbellaria), 4 Arten der Gruppe der Ringelwürmer (Annelida), 6 Arten der Gruppe der Schnecken (Gastropoda), 5 Arten der Gruppe der Muscheln (Bivalvia), 21 Arten der Gruppe der Krebstiere (Crustacea) und jeweils 1 Art der Gruppe der Moostierchen (Bryozoa) und der Süßwasserschwämme (Porifera) an (Tab. 1).

Im Folgenden wird die Ausbreitung einiger Neozoa in den mitteleuropäischen Gewässern beschrieben:

Der Bau des Main-Donau-Kanals ermöglichte vielen Neozoa eine Verbreitung in fremde Flusssysteme. Wie der Tab. 2 zu entnehmen ist, konnten sich einige »donautypische« Arten über den Main-Donau-Kanal in dem hydrographischen Einzugsgebiet des Rheins ausbreiten. Diese Neozoa bilden die Gruppe der so genannten »Ost-West-Wanderer«. Als Paradebeispiel aus dieser Gruppe sei der Süßwasserpolychaet *Hypania invalida* (Annelida) genannt.

H. invalida stammt aus dem pontokaspischen Raum (Schwarzes und Kaspisches Meer) und stellt ein Relikt der tertiären Meeresfauna dar. Er bevorzugt stehende bis langsam fließende Gewässer mit schlammigem Grund. Hier baut

Tab. 1. Neozoa in mitteleuropäischen Gewässern.

Hohltiere (Coelenterata)
<i>Cordylophora caspia</i>
<i>Craspedacustra sowerbyi</i>
Strudelwürmer (Turbellaria)
<i>Dendrocoelum romanodanubiale</i>
<i>Dugesia tigrina</i>
Ringelwürmer (Annelida)
<i>Barbronia weberi</i>
<i>Branchiura sowerbyi</i>
<i>Caspiobdella fadejewi</i>
<i>Hypania invalida</i>
<i>Piscicola haranti</i>
Schnecken (Gastropoda)
<i>Ferrissia wautieri</i>
<i>Lithoglyphus naticoides</i>
<i>Physella acuta</i>
<i>Physella heterostropha</i>
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>
<i>Viviparus viviparus</i>
Muscheln (Bivalvia)
<i>Congeria leucophaeta</i>
<i>Corbicula fluminea</i>
<i>Corbicula fluminalis</i>
<i>Dreissena polymorpha</i>
<i>Unio mancus</i>
Krebse (Crustacea)
<i>Atyaephyra desmarestii</i>
<i>Corophium curvispinum</i>
<i>Crangonyx pseudogracilis</i>
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>
<i>Dikerogammarus villosus</i>
<i>Echinogammarus berilloni</i>
<i>Echinogammarus ischnus</i>
<i>Echinogammarus trichiatus</i>
<i>Eriocheir sinensis</i>
<i>Gammarus tigrinus</i>
<i>Hemimysis anomala</i>
<i>Jaera sarsi</i>
<i>Limnomysis benedeni</i>
<i>Obesogammarus obesus</i>
<i>Orchestia cavimana</i>
<i>Orconectes limosus</i>
<i>Palaemon longirostris</i>
<i>Pontogammarus robustoides</i>
<i>Proasellus coxalis</i>
<i>Proasellus meridianus</i>
<i>Rhitropanopeus harrisii</i>
Moostierchen (Bryozoa)
<i>Pectinatella magnifica</i>
Süßwasserschwämme (Porifera)
<i>Eunapius carteri</i>

Tab. 2. Vorkommen von Neozoa in Rhein, Main, Main-Donau-Kanal und Donau.

Taxa	Rhein	Main	MDK	Donau*	Mittel d. Verbreit.	Herkunft	Erstnachweis D	Besonderheit
Coelenterata								
<i>Cordylophora caspia</i>	xx (87)	→ xx (88)	→ xx (95)	← xx (92)	S, K	Pontocasp.	1858	st
<i>Craspedacustra sowerbyi</i>	x [34]	→ x [23]	→ x [94]**		Aq, S, V	O-Asien	1923	te
Turbellaria								
<i>Dendrocoelum romanodanub.</i>	x (97)	x (94)	←	← x [92]	S, V	Pontocasp.	1992	
<i>Dugesia tigrina</i>	x (86)	→ x (87)	→ x (90)	← x (69)	Aq	N-Amerika	1931	eö
Annelida								
<i>Barbronia weberi</i>	[94]				S	S-Asien	1994	te, eö
<i>Branchiura sowerbyi</i>	x [61]	→ x [72]	→	→ X (93)	Aq, S	S-Asien	1959	pe, te
<i>Caspiobdella fadejewi</i>	x (98)			← x (93)	S, W	Pontocasp.	1987	pa
<i>Hypania invalida</i>	x [95]	→ x (96)	← x (93)	← xx (58)	S	Pontocasp.	1958	pe, st
<i>Piscicola haranti</i>								
Gastropoda								
<i>Ferrissia wautieri</i>	xx (81)	→ xx (81)	→	← x (94)	S, V	SO-Europa	1952	
<i>Lithoglyphus naticoides</i>	x [1895]	→ x (54)	→	← x (58)	S, K, V, F	Pontocasp.	1983	pe
<i>Physella acuta</i>	x [59]	→ x (87)	→ x (88)	← x (69)	S, Aq, V	SO-Europa	1895	eö
<i>Physella heterostropha</i>	x (93)	→			Aq	N-Amerika	1927	
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	xx [62]	→ xx (85)	→ xx (93)	← xx (89)	S, V, F	Neuseel.	1900	st
<i>Viviparus viviparus</i>	x [79]	→ xx (85)	→		S, K, V	O-Europa	1920	pe
Bivalvia								
<i>Congeria leucophaeta</i>	x [95]				S		1928	st
<i>Corbicula fluminea/fluminalis</i>	xxxx (90)	→ xxx (92)	→	x (97)	S, K	N-Amerika	1983	ha, te
<i>Dreissena polymorpha</i>	xxx [1836]	→ xxx [1855]	→ xxx (93)	← xxx [1868]	S, K	Pontocasp.	1828	li, st
<i>Unio mancus</i>	x [72]					Mediterran		
Crustacea								
<i>Atyaephyra desmaresti</i>	x [32]	→ x [88]	→ x [84]	→ x (97)	K, W, S	Mediterran	1932	ph, et
<i>Corophium curvispinum</i>	xxxx (87)	→ xxx (88)	→ xxx (93)	← xxxx (59)	S, K, W	Pontocasp.	1912	st
<i>Crangonyx pseudogracilis</i>	x [92]	→			S, V	N-Amerika	1992	
<i>Dikerogammarus haemob.</i>	x (94)	← xx (93)	← xx (93)	← xx (76)	S, K, W	Pontocasp.	1976	eö
<i>Dikerogammarus villosus</i>	xx (95)	→ xx (95)	← x (95)	← xx [91]	S, K, W	Pontocasp.	1991	eö
<i>Echinogammarus berilloni</i>	x [68]	→			K, W, S	Mediterran	1924	st, et
<i>Echinogammarus ischnus</i>	xx (89)	→	← x (96)	← x (89)	S, K, W	Pontocasp.	1977	st, et
<i>Echinogammarus trichiatus</i>				← x (96)	S, W	Pontocasp.	1996	
<i>Eriocheir sinensis</i>	x [26]	→ x [50]	→		S, W	O-Asien	1912	ha, et
<i>Gammarus tigrinus</i>	xx (86)	→ xx (88)	→ x (86)		A, W, S, K	N-Amerika	1957	ha
<i>Hemimysis anomala</i>	x (97)	← x (98)	←	← x (97)	S, W, A	Pontocasp.	1997	ha
<i>Jaera sarsi</i>	x (95)	← x (95)	← xx (93)	← xxx (58)	S, W	Pontocasp.	1958	rh, st
<i>Limnomysis benedeni</i>	x [97]		← x (98)	← x [94]	S, W	Pontocasp.	1994	
<i>Obesogammarus obesus</i>				← x [95]	S, W	Pontocasp.	1995	
<i>Orchestia cavimana</i>	xx [37]				K, W	Ponto-med.	1920	st
<i>Orconectes limosus</i>	xx (86)	→ xx (85)	→	→ xx [90]	K, A, W	N-Amerika	1890	eö
<i>Palaemon longirostris</i>								
<i>Pontogammarus robustoides</i>					S, W	Pontocasp.	1994	
<i>Proasellus coxalis</i>	x (87)				S, K, W	Mediterran	1931	st
<i>Proasellus meridianus</i>	x [72]				S, K, W	Mediterran	1932	st
<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	x (93)	→			S, W	N-Amerika	1936	ha
Bryozoa								
<i>Plectinatella magnifica</i>					S	N-Amerika	1883	te
Porifera								
<i>Eunapius carteri</i>	[93]	→			S	Afrika	1993	te

x = nur vereinzelt Vorkommen
 xx = mittleres Vorkommen
 xxx = häufiges Vorkommen
 xxxx = massenhaftes Auftreten
 [] = Fremddaten

A = Aussetzung
 Aq = Aquarien
 K = Kanäle
 S = Schiffe
 V = Vögel

F = Fische
 W = Wanderung
 eö = euryök
 et = eurytherm
 ha = halophil

li = lithophil
 pe = pelophil
 pa = Parasit
 ph = phytophil
 st = salztolerant

te = thermophil
 rh = rheophil
 * = deutscher Abschnitt
 ** = Wasserüberleitungssystem

der Wurm seine senkrechten Wohnröhren. Seine Nahrung besteht aus toter organischer Substanz (Detritus). Die Art kommt sehr häufig im Donaudelta, aber auch in der unteren Donau vor. Der erste Nachweis flussaufwärts erfolgte 1943 im Bereich des »Eisernen Tores« (Donau-km 941-1040). 1958 gelang der Nachweis in der deutschen (Unterwasser der Staustufe Kachlet, Donau-km 2229) und 1959 in der österreichischen Donau (Stauhaltung Ypps-Persenbeug, Donau-km 2065) (Kothé 1968, Weber 1964). Erst 30 Jahre später wurde die Art weiter flussaufwärts im Unterwasser der Staustufe Geisling (Donau-km 2351) gefunden (Tittizer et al. 1992). Nach der Eröffnung des Main-Donau-Kanals konnte 1996 der Polychaet in Main, Rhein und Mosel und 1999 sogar im Mittellandkanal östlich von Hannover nachgewiesen werden (Tittizer et al. 2000) (Abb. 2). Zu seiner Verbreitung trug in wesentlichem Maße die Schifffahrt bei.

Noch schneller ging die Ausbreitung des Donau-Flohkrebses *Dikerogammarus villosus* vor sich. Auch diese Art stammt aus der Pontocaspis und wurde in ihrer Verbreitung bis vor einigen Jahren auf die Gewässer Russlands und der Balkanhalbinsel beschränkt. In der Donau kam dieser Flohkrebs lediglich im Unter- und Mittellauf vor. Nesemann et al. (1995) konnten 1989 *D. villosus* in der österreichischen Donau nachweisen. Für die deutsche Donau liegen Funde erst seit 1991 vor (Tittizer et al. 1994). Durch den Bau des Main-Donau-Kanals wurde die Ausbreitung von *D. villosus* nach Westen ermöglicht (Abb. 3). 1995 konnte der Flohkrebs bereits im Main-Donau-Kanal (Tittizer et al. 1995) sowie im Main und im Rhein (Schöll et al. 1995, Bij de Vaate & Klink 1995) nachgewiesen werden. Seit 1996 liegen Funde auch aus der Mosel, 1997 aus dem Neckar und seit 1998 aus dem Mittellandkanal und Elbe-Seitenkanal vor (Tittizer et al. 2000). Ihre schnelle Ausbreitung verdankt diese Art ihrer hohen Mobilität, aber auch der Schifffahrt (Reinhold & Tittizer 1999). Durch seine räuberische Ernährungsweise (sogar arteigene Tiere werden gefressen) verdrängt *D. villosus* vermutlich viele einheimische Arten in unseren Gewässern.

Während bei den oben beschriebenen Arten eine Ausbreitung von Ost nach West zu beobachten war, vollzog sich gleichzeitig eine Verbreitung von Arten aus dem hydrographischen Gebiet

des Rheins in umgekehrter Richtung (»West-Ost-Wanderer«).

Zu der Gruppe dieser »West-Ost-Wanderer« gehört die Körbchenmuschel *Corbicula fluminea*. Sie besiedelt sandig-kiesige, gut durchlüftete Substrate mit nur geringem Anteil an organischer Substanz. Die bevorzugten Lebensräume sind langsam fließende, große Gewässer (Potamal) und Seen. Als ursprüngliche Brackwasserart weist sie eine hohe Salztoleranz auf. Kurze Reproduktionsphasen (3 Generationen/Jahr) ermöglichen die rasche Ausbildung von sehr dichten Populationen (bis 7000 Ind./m²). Diese Muschelart war während des Tertiärs in ganz Europa verbreitet. Im Zuge der Vereisungszyklen im Quartär wurde sie ins Kaspische Meer, nach Vorderasien und in den Nil verdrängt. Von dort war sie 1924, wahrscheinlich im Ballastwasser von Schiffen, nach Nordamerika verschleppt worden. In Europa kommt sie wieder seit 1980 vor. Erstmals wurde die Körbchenmuschel in Portugal und Südfrankreich, danach im Rheindelta und 1983 in der Weser bei Bremen nachgewiesen (Hartog et al. 1992). Von dort aus breitet sie sich in dem gesamten Netz der Bundeswasserstraßen aus (Kinzelbach 1991). 1990 eroberte die Art den Nieder-, den Mittel- und den nördlichen Oberrhein sowie den Neckar und zwischen 1992 und 1996 die Mosel, die Lahn, den Mittellandkanal sowie den Unter- und Mittelmain. 1997 gelang der erste Nachweis in der deutschen Donau (Tittizer & Taxacher 1997; Abb. 4). 1998 folgten Nachweise aus der Elbe (Schöll 1998) und 1999 im ungarischen (Csanyi 1999) und im rumänischen Abschnitt der Donau (Bij de Vaate & Hulea 2000). Aufgrund ihrer hohen Temperaturempfindlichkeit kann vermutlich die Art in der Donau jedoch keine stabile Population aufbauen (Schöll 2000). Als Ursache für die schnelle Verbreitung von *C. fluminea* kommt in erster Linie die Schifffahrt in Betracht. Aber auch eine Aussetzung durch den Menschen dürfte dabei eine nicht unwesentliche Rolle gespielt haben (Grabow 1998).

Ein weiterer »West-Ost-Wanderer« ist die Süßwassergarnele *Atyaephyra desmaresti*. Diese Süßwassergarnele gilt als eine phytophile, eurytherme und euryhaline Art: Ihr bevorzugter Lebensraum sind pflanzenreiche Gewässer, sie kommt in stehenden und langsam fließenden Gewässern vor und besiedelt hier sowohl Süßwasserbereiche als auch Bereiche mit leicht erhöhtem

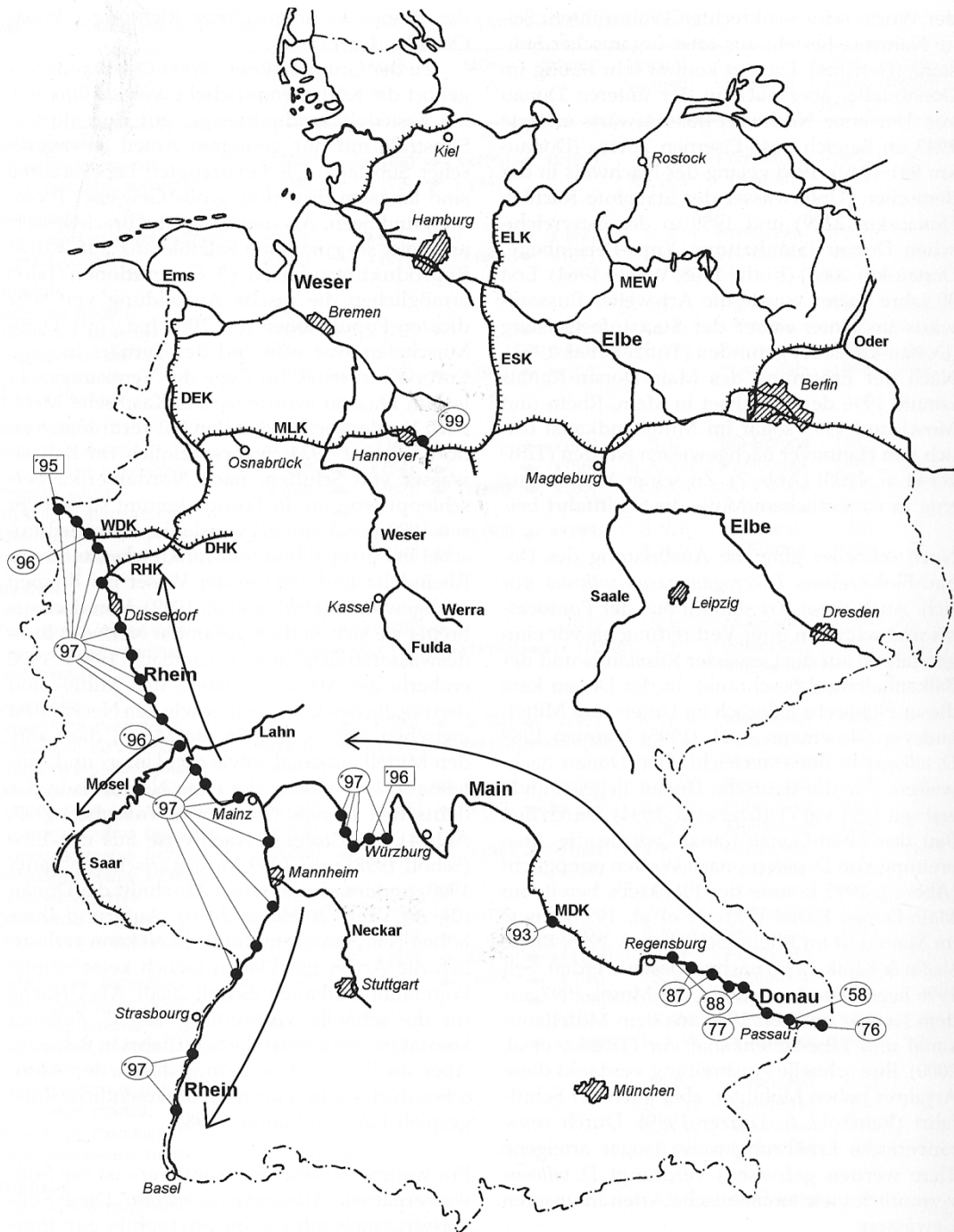


Abb. 2. Verbreitung von *Hypania invalida*, eines typischen »Ost-West-Wanderers«, in den Binnenwasserstraßen Deutschlands.

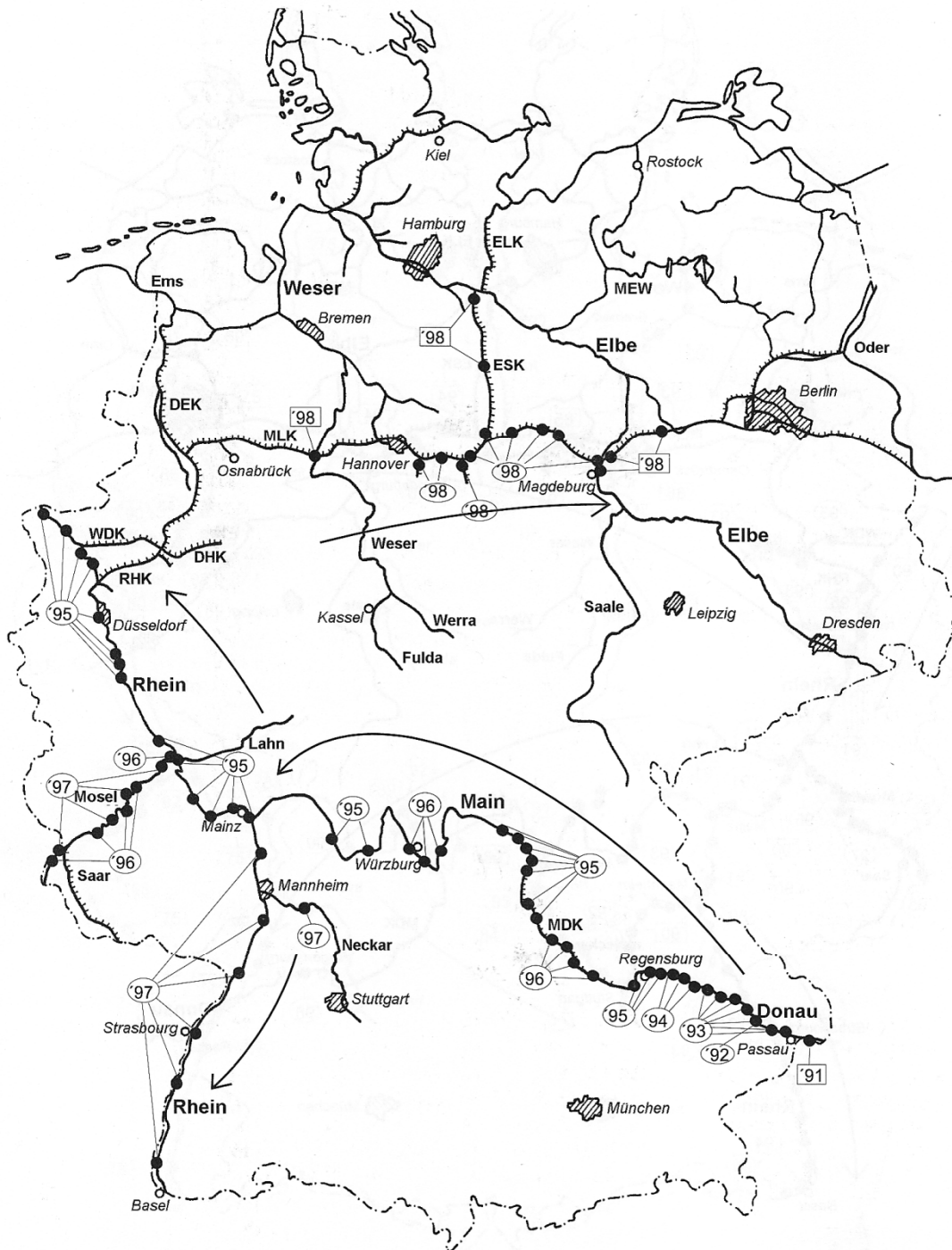


Abb. 3. Verbreitung von *Dikeroгамmarus villosus* («Ost-West-Wanderer») in den Binnenwasserstraßen Deutschlands.

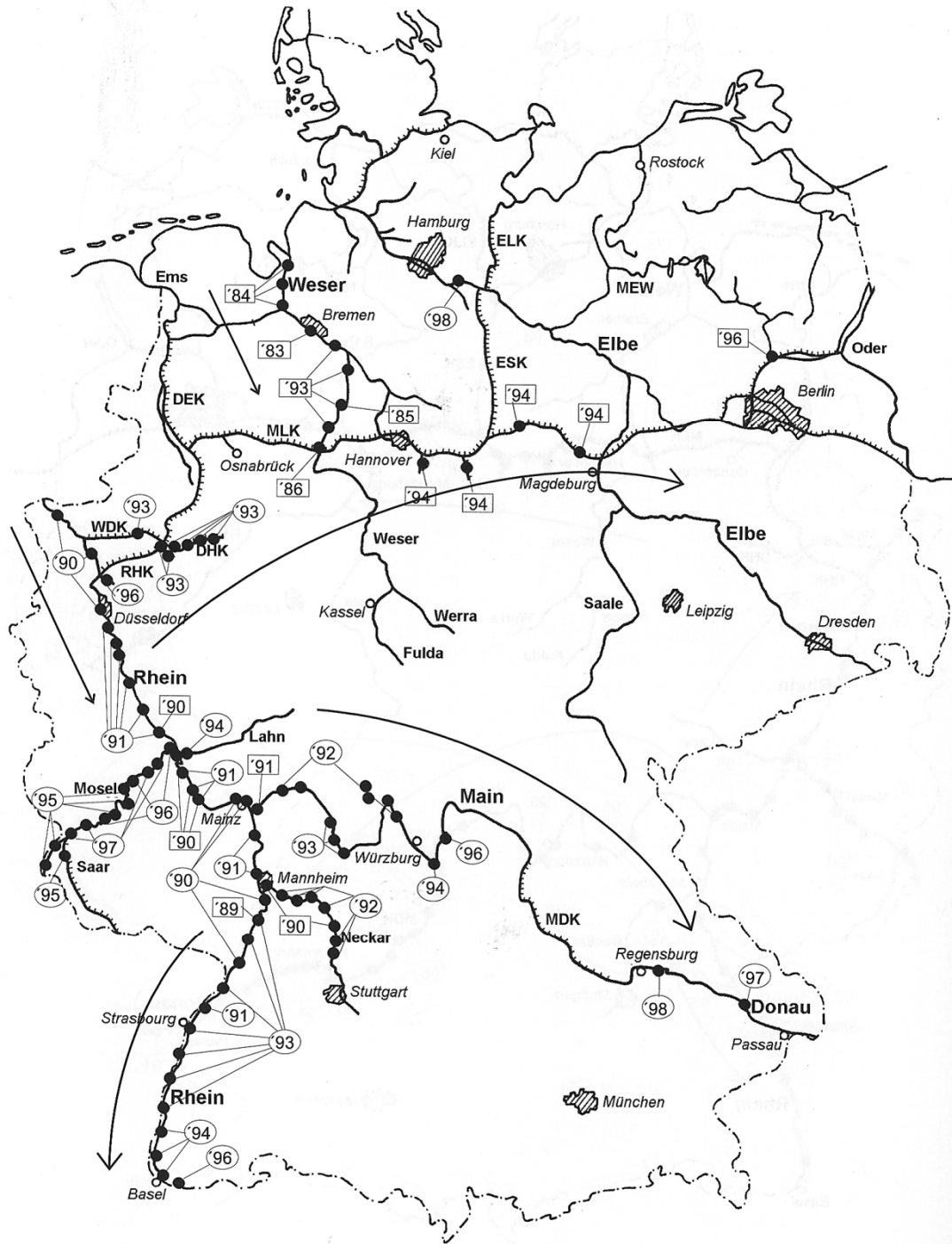


Abb. 4. Verbreitung von *Corbicula fluminea*, eines typischen »West-Ost-Wanderers«, in den Binnenwasserstraßen Deutschlands.

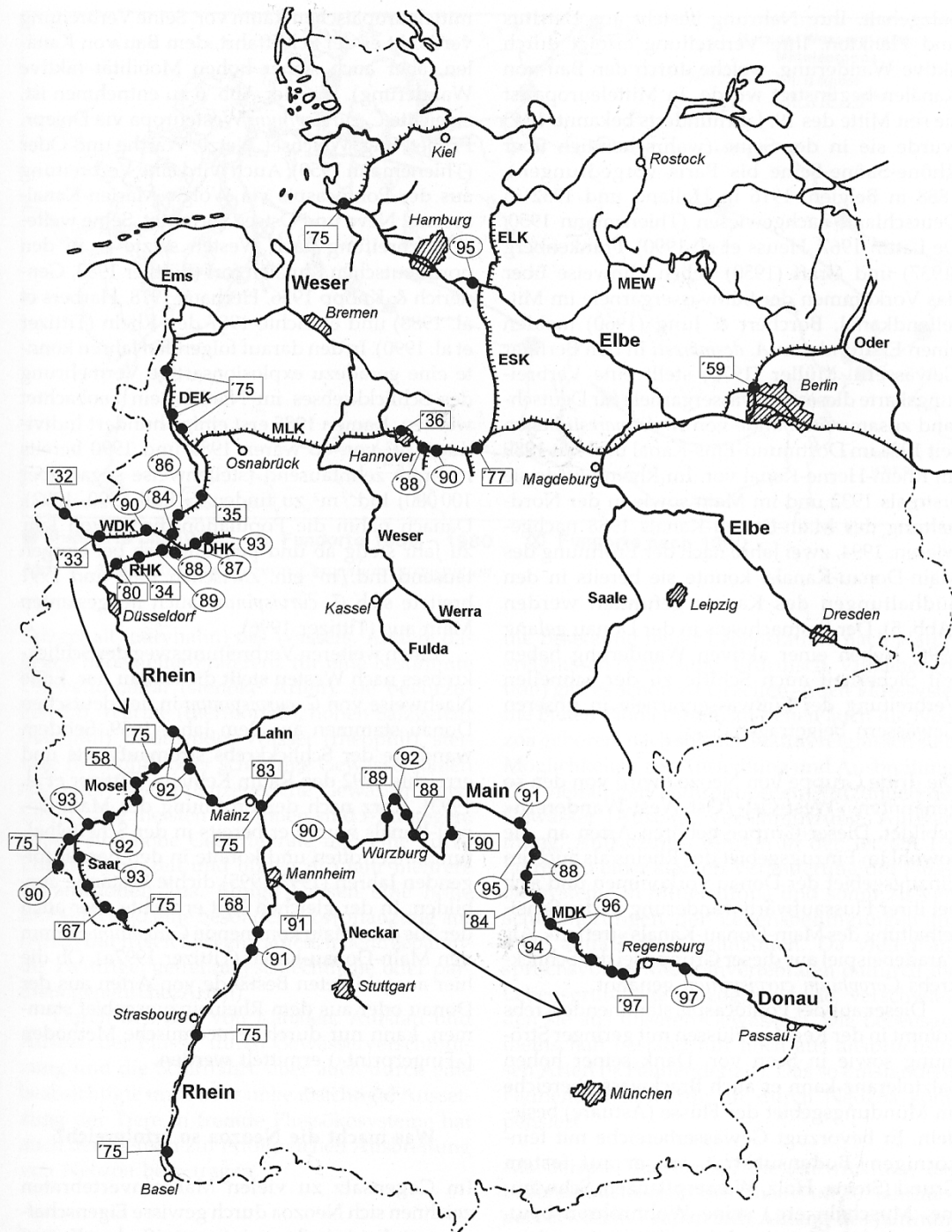


Abb. 5. Verbreitung von *Atyaephyra desmaresti* («West-Ost-Wanderer») in den Binnenwasserstraßen Deutschlands.

Salzgehalt. Ihre Nahrung besteht aus Detritus und Plankton. Ihre Verbreitung erfolgt durch aktive Wanderung, welche durch den Bau von Kanälen begünstigt wurde. In Mitteleuropa ist sie seit Mitte des 19. Jahrhunderts bekannt. 1843 wurde sie in der Seine (wahrscheinlich über Rhône-Saône-Seine bis Paris vorgedrungen), 1888 in Belgien, 1916 in Holland und 1932 in Deutschland nachgewiesen (Thienemann 1950, De Lattin 1967, Heuss et al. 1990). Frankenberg (1937) und Graff (1950) geben Hinweise über das Vorkommen der Süßwassergarnele im Mittellandkanal. Borchert & Jung (1960) melden einen Erstfund von *A. desmaresti* in den Berliner Gewässern. Müller (1975) stellt eine Verbreitungskarte dieser Süßwassergarnele für Deutschland zusammen. Funde von *A. desmaresti* liegen seit 1984 im Dortmund-Ems-Kanal und seit 1989 im Rhein-Herne-Kanal vor. Im Rhein wurde sie erstmals 1932 und im Main sowie in der Nordhaltung des Main-Donau-Kanals 1988 nachgewiesen. 1994, zwei Jahre nach der Eröffnung des Main-Donau-Kanals, konnte sie bereits in den Südhaltungen des Kanals gefunden werden (Abb. 5). Der Erstnachweis in der Donau gelang 1996. Neben einer aktiven Wanderung haben mit Sicherheit auch Schiffe zu der schnellen Verbreitung der Süßwassergarnele in unseren Gewässern beigetragen.

Die dritte Gruppe von Neozoa wird von den so genannten »West-Ost-/Ost-West-Wanderern« gebildet. Dieser Gruppe gehören Arten an, die sowohl im Einzugsgebiet des Rheins als auch im Einzugsgebiet der Donau vorkommen und sich bei ihrer Flussaufwärtswanderung in der Scheitelhaltung des Main-Donau-Kanals »treffen«. Als Paradebeispiel aus dieser Gruppe sei der Schlickkrebis *Corophium curvispinum* genannt.

Dieser aus der Pontocaspis stammende Krebs kommt in der Regel in Flüssen mit geringer Strömung sowie in Seen vor. Dank seiner hohen Salztoleranz kann er auch Brackwasserbereiche im Mündungsgebiet der Flüsse (Ästuar) besiedeln. Er bevorzugt Gewässerbereiche mit feinkörnigem Bodensubstrat, wo er auf festem Grund (Steine, Holz, Wasserpflanzen, Schwämme, Muscheln etc.) seine Wohnröhren baut. *C. curvispinum* ist ein aktiver Filtrierer und ernährt sich von Detritus und Plankton. Er zählt zu den wichtigen Fischnährtieren in den Gewässern.

Heute kommt der Schlickkrebis im gesamten

mitteleuropäischen Raum vor. Seine Verbreitung verdankt er der Schifffahrt, dem Bau von Kanälen, aber auch seiner hohen Mobilität (aktive Wanderung). Wie der Abb. 6 zu entnehmen ist, erreichte *C. curvispinum* Westeuropa via Dnjepr, Pripjet, Bug, Weichsel, Netze, Warthe und Oder (Thienemann 1950). Auch wird eine Verbreitung aus der Pontocaspis via Wolga, Marien-Kanal-system, Neva und Ostsee vermutet. Seine weitere Verbreitung nach Westen setzte er in den norddeutschen Kanälen fort (Böttger 1953, Gennerich & Knöpp 1956, Herhaus 1978, Harbers et al. 1988) und erreichte 1987 den Rhein (Tittizer et al. 1990). In den darauf folgenden Jahren konnte eine geradezu explosionsartige Vermehrung des Schlickkrebises im Niederrhein beobachtet werden. Kamen 1988 erst einige hundert Individuen/m² vor, so waren 1989 und 1990 bereits mehrere zehntausend (stellenweise sogar über 100 000) Ind./m² zu finden (Schöll 1990, 1992). Danach nahm die Populationsdichte von Jahr zu Jahr stetig ab und pendelte sich bei einigen tausend Ind./m² ein. Zwischen 1988 und 1991 breitete sich *C. curvispinum* auch im gesamten Main aus (Tittizer 1996).

Einen weiteren Verbreitungsweg des Schlickkrebises nach Westen stellt die Donau dar. Erste Nachweise von *C. curvispinum* in der deutschen Donau stammen aus dem Jahre 1959. Seitdem wanderte der Schlickkrebis stromaufwärts und erreichte 1992 den Raum Kelheim (Tittizer et al. 1993). Kurz nach der Eröffnung des Main-Donau-Kanals wurde er bereits in der Scheitelhaltung angetroffen und konnte in den darauf folgenden Jahren (1993-1995) dichte Bestände ausbilden. In der gleichen Zeit erreichte aber auch der aus dem Main kommende *Corophium*-Stamm den Main-Donau-Kanal (Tittizer 1997a). Ob die hier ausgebildeten Bestände von Arten aus der Donau oder aus dem Rheineinzugsgebiet stammen, kann nur durch gentechnische Methoden (»Fingerprint«) ermittelt werden.

Was macht die Neozoa so erfolgreich?

Im Gegensatz zu vielen Makroinvertebraten zeichnen sich Neozoa durch gewisse Eigenschaften aus, die sie in ihrem interspezifischen Kampf so erfolgreich machen.

Viele von ihnen zeigen eine breite Toleranz gegenüber der Umweltqualität (euryöke Arten), z.B. gegenüber Temperatur (eurytherm) oder

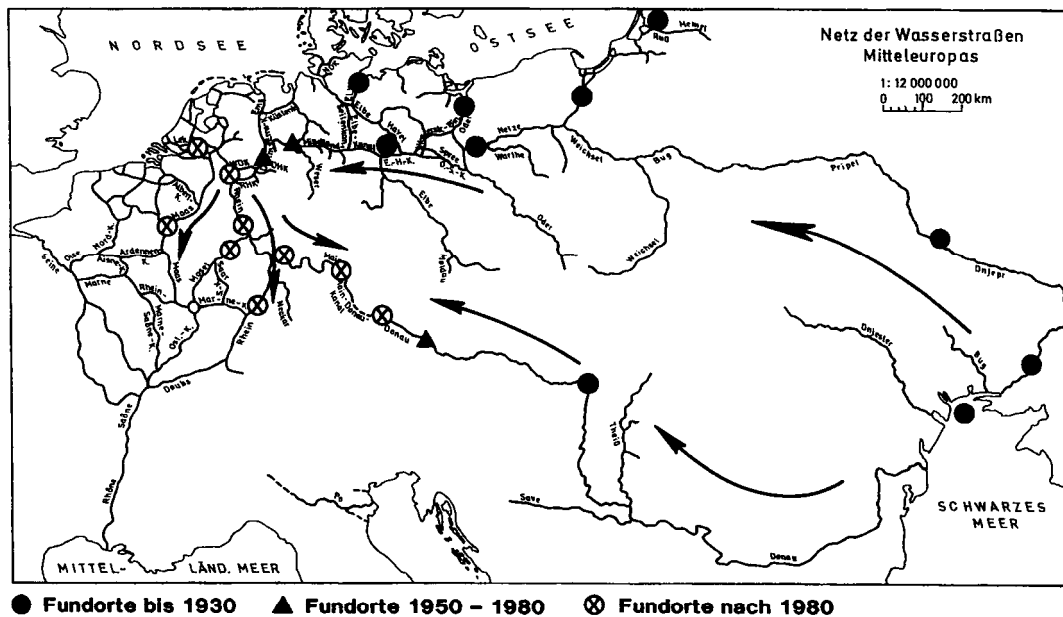


Abb. 6. Ausbreitungswege von *Corophium curvispinum*.

Salzgehalt (euryhalin) des Wassers. Andere dagegen haben eine Präferenz für eine bestimmte Umweltqualität (stenöke Arten); sie bevorzugen z.B. Wärme (thermophil), hohen Salzgehalt (halophil), strömendes Wasser (rheophil), steinige (lithophil) oder schluffige Gewässersohlen (pelophil) oder pflanzenreiche Gewässer (phytophil). Die meisten von ihnen sind r-Strategen, haben eine hohe Geburtenrate und eine kurze Entwicklungszeit und bilden pro Jahr mehrere Generationen aus. Einige weisen eine hohe Mobilität und eine besondere Fortpflanzung auf (Arten mit freien Larvenstadien, lebendgebärende, zwittrige, getrenntgeschlechtliche oder parthenogenetische Arten).

Durch den Bau von Kanälen, Aufstau und Ausbau der Flüsse, durch Gewässerverschmutzung und die Schifffahrt, aber auch durch eine beabsichtigte und/oder unbeabsichtigte Aussetzung der Tiere in fremde Flussökosysteme hat auch der Mensch zur erfolgreichen Ausbreitung von Neozoa beigetragen.

Etablierung der Neozoa und ihre Folgen

Die Einwanderung und die Ausbreitung neuer Arten in einem Flussökosystem sind zunächst nichts Ungewöhnliches. Einwanderungen und

die Besetzung neuer Lebensräume nach Naturereignissen (Vereisung, Erdbeben, Vulkaneruption) gab es schon zu Urzeiten. Auch Flusssysteme bieten Pionierarten, zu denen auch die Neozoa gehören, nach solchen Naturereignissen stets Möglichkeiten zur Ansiedlung und Ausbreitung. Die vielfältigen anthropogenen Nutzungen der Gewässer (Ausbau, Verschmutzung, Aufwärmung, Aufsalzung) führten in den letzten 150 Jahren zu einer starken Veränderung der Flussökosysteme in Mitteleuropa und somit zu Verschlechterungen der Lebensbedingungen für viele aquatische Organismen. Da vielen anspruchsvollen Makroinvertebraten dadurch die Lebensgrundlage entzogen wurde, verschwanden sie aus unseren Gewässern. Die Lebensgemeinschaft bestand nur noch aus anspruchslosen Arten (= Faunendefizit). Das so entstandene Faunendefizit wurde oft durch Neozoa kompensiert.

Als Beispiel hierfür sei die Entwicklung der Lebensgemeinschaft des Rheins im 20. Jahrhundert erwähnt. Fanden sich Anfang des Jahrhunderts im schiffbaren Rhein (Rhein-km 152-870) noch 165 Makroinvertebraten-Arten, so sank ihre Zahl infolge der Verschmutzung, Aufwärmung und Aufsalzung des Rheins, aber auch durch Maßnahmen der Schiffbarmachung (Gewässer-

ausbau / Aufstau), Hochwasserschutz sowie Energiegewinnung und nicht zuletzt durch die Fischerei und Freizeitaktivitäten des Menschen auf ganze 27 Arten im Jahre 1971 (Tittizer et al. 1991). In den 80er und 90er Jahren preschten in dieses Faunendefizit Neozoa vor und besetzten die freien »ökologischen Nischen«. Damit kam es zu einer Umstrukturierung der Lebensgemeinschaft. Obwohl die Makroinvertebraten im schiffbaren Rhein längst die Zahl von 165 erreicht haben, haben wir es heute mit einer völlig anders zusammengesetzten Biozönose zu tun.

Existenzkampf oder friedliche Koexistenz?

Fehlende Konkurrenz und fehlende Feinde führen i.d.R. zu einer raschen Etablierung und Ausbreitung der Neozoa in unseren Gewässern. Der explosionsartigen Vermehrung einer Neozoen-Art folgt stets ein Einpendeln ihrer Populationsdichte auf einem niedrigeren Niveau. Die gleichzeitige Abnahme der Populationsdichte anderer, ehemals heimischer Arten führt zwangsläufig zur Veränderung der biozönotischen Struktur.

Im Folgenden soll die Ausbreitung einiger Neozoa im Rhein und die damit verbundene Problematik beschrieben werden.

An einem Abschnitt des Rheins von km 168 bis km 172 (Großraum Basel), wurde von 1990 bis 1999 die Populationsentwicklung der Dreikantmuschel *Dreissena polymorpha* verfolgt (Abb. 7). *D. polymorpha* war im Tertiär in ganz Europa verbreitet. In der Eiszeit verschwand sie weitgehend aus diesem Raum bis auf Restpopulationen im Kaspischen und Schwarzen Meer. Von dort aus breitete sich die Dreikantmuschel, begünstigt durch den Bau von Kanälen, Vernetzung hydrographischer Gebiete und mit großer Wahrscheinlichkeit auch durch die immer reger werdende Schifffahrt nach Westen aus. 1824 wurde sie gleichzeitig in der Ostsee, in den Londoner Docks und 1826 in der Rheinmündung nachgewiesen (Thienemann 1950). In den darauf folgenden vierzig Jahren besiedelte sie den gesamten Rhein und besitzt seitdem einen festen Platz in der Rheinbiozönose. Infolge der Stau- und Regulierung des Hoch- und südlichen Oberrheins sowie der Erhöhung der Trophie des Rheins

nahm die Populationsdichte von *D. polymorpha* drastisch zu und bereitete im Bodensee zunehmend Probleme bei der Trinkwassergewinnung. Seit Mitte der 80er Jahre bildet sie im gesamten schiffbaren Rhein stabile Bestände mit Dichten zwischen 100 und 5000 Ind./m² aus. 1994 wurde im Rheinabschnitt zwischen km 168 und km 172 eine Populationsdichte von 1300 Ind./m² ermittelt (Abb. 7).

Konkurrenz bekam *D. polymorpha* durch den Schlickkrebis *Corophium curvispinum* (vgl. S. 68). Da *C. curvispinum* ebenso wie *D. polymorpha* zu der Gruppe der Filtrierer gehört und beide für ihre Ansiedlung feste Substrate bevorzugen, begann zwischen ihnen ein erbitterter Nahrung- und Platzkonkurrenzkampf. Dieser Konkurrenzkampf ging zugunsten von *C. curvispinum* aus. Der Schlickkrebis, ein typischer r-Strategie, der 3 Generationen/Jahr ausbildet, »überwucherte« buchstäblich an vielen Stellen die *Dreissena*-Kolonien. Während 1997 die Populationsdichte von *C. curvispinum* im Rheinabschnitt zwischen km 168 und km 172 auf rd. 60 000 Ind./m² stieg, sank die Dichte von *D. polymorpha* auf nur 600 Ind./m². Nach weiteren zwei Jahren schrumpfte die Population von *D. polymorpha* auf 110 Ind./m². Somit entstand der Eindruck, *Dreissena* würde nach weiteren 1 bis 2 Jahren gänzlich aus diesem Rheinabschnitt verschwinden.

1995 bekam aber auch der Schlickkrebis Konkurrenz. Auch diesmal war der Konkurrent eine gebietsfremde Art, die durch Schiffe von der Ostküste Nordamerikas nach Europa verschleppt wurde. Es handelt sich dabei um die Körbchenmuschel *Corbicula fluminea* (vgl. S. 63). Im Gegensatz zu *Dreissena* und *Corophium* bevorzugt *Corbicula* feinkörnigere Besiedlungssubstrate (Sand und Kies). Sie kommt jedoch auch in steinigem Bereichen vor. Wegen ihrer unterschiedlichen Substratpräferenz steht *Corbicula* den anderen zwei Neozoa *Dreissena* und *Corophium* nur bedingt als Platzkonkurrent gegenüber. Da jedoch *Corbicula* ebenfalls zu der Gruppe der Filtrierer gehört, besteht eine eindeutige Nahrungskonkurrenz zwischen den drei Arten. Ähnlich wie bei *Corophium* verlief die Populationsentwicklung auch bei *Corbicula* (Abb. 7). In den ersten drei Jahren erreichte die Muschel Dichten von bis zu 100 Exemplaren/m². Im vierten und fünften Jahr nahm die Dichte ab und pendelte sich bei rd. 8 Ind./m² ein.

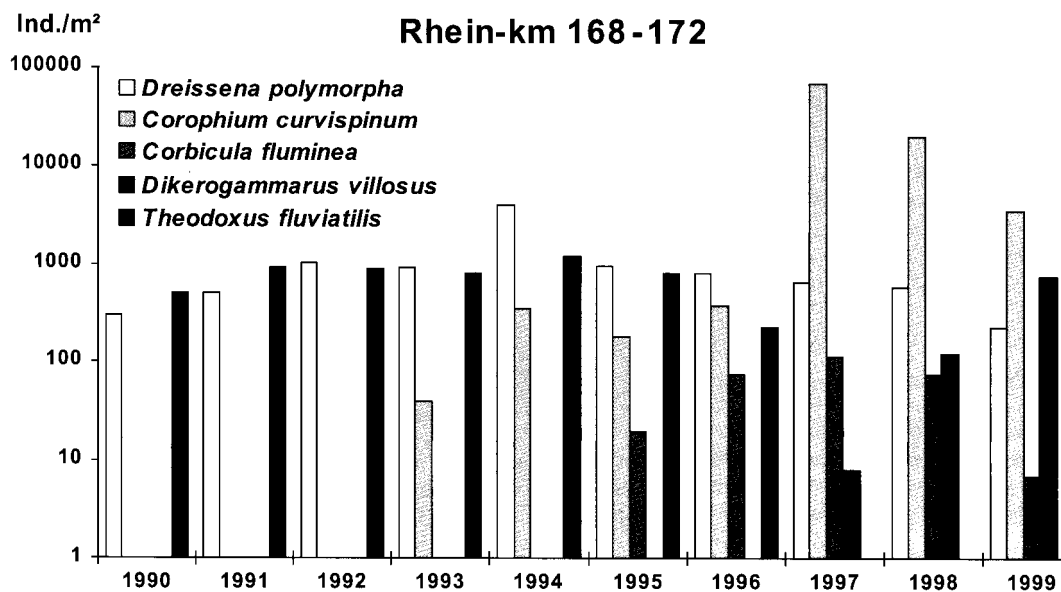


Abb. 7. Entwicklung der Populationsdichte von *Dreissena polymorpha*, *Corophium curvispinum*, *Corbicula fluminea*, *Dikerogammarus villosus* und *Theodoxus fluviatilis* im Rheinabschnitt km 168-172 im Zeitraum 1990-1999.

Seit 1997 wird in diesem Rheinabschnitt auch eine explosionsartige Vermehrung des Donauflohkrebses *Dikerogammarus villosus* beobachtet (vgl. S. 63). Der Flohkrebs erreichte 1999 bereits Dichten von bis zu 900 Ind./m². Es wird angenommen, dass dieser räuberisch lebende Flohkrebs eine Dezimierung der Bestände vieler Makroinvertebraten-Arten verursacht.

Verfolgt man die Entwicklung der oben beschriebenen vier Arten in den letzten 10 Jahren, so wird eine interspezifische Konkurrenz deutlich. Eine gegenseitige Regulation der Populationen ist die Folge. Obwohl an vielen Stellen drastische Abnahmen der Populationsdichte von *Dreissena polymorpha*, *Corophium curvispinum* und *Corbicula fluminea* beobachtet wurden, zum Erlöschen der Bestände kam es jedoch nirgends am Rhein. Die Antwort auf die Frage »Existenzkampf oder friedliche Koexistenz?« würde demnach lauten: »Nach einem anfänglichen Existenzkampf stellen sich die Arten auf eine friedliche Koexistenz ein.«

Ganz anders verlief die Entwicklung der Flusskahnschneckenbestände in diesem Rheinabschnitt. Die zu der einheimischen Rheinfrauna gehörende Flusskahnschnecke *Theodoxus fluvia-*

tilis war aus dem Nördlichen Oberrhein, Mittelrhein und Niederrhein zu Zeiten höchster Verschmutzung verschwunden. Die Abnahme der Belastung, gekoppelt mit der Verbesserung der Sauerstoffverhältnisse Ende der 70er und Anfang der 80er Jahre hatte eine Rückkehr der Flusskahnschnecke in den o.g. Rheinabschnitten zur Folge. Am Niederrhein trat sie seit 1987 und am Mittelrhein und Nördlichen Oberrhein seit 1989 an vielen Stellen wieder regelmäßig auf. Seit 1995 sind hier jedoch keine Exemplare mehr gefunden worden. Auch im Rheinabschnitt zwischen km 168 und km 172 konnten seit 1997 keine Exemplare mehr nachgewiesen werden.

Es ist auffällig, dass an allen Stellen am Rhein, wo *C. curvispinum* Dichten von 10 000 Ind./m² erreicht, *T. fluviatilis* nur noch sehr geringe bis geringe Dichten ausbildet. Steigt die Dichte von *C. curvispinum* über 25 000 Ind./m², so kommt *T. fluviatilis* in der Lebensgemeinschaft nicht mehr vor. Daher muss angenommen werden, dass für den »Weidegänger« *T. fluviatilis* die »Weidegründe« durch *C. curvispinum* besetzt wurden. Am Hochrhein, wo die *Corophium*-Dichten in der Regel bei 50 Ind./m² liegen und Werte von 500 Ind./m² nicht übersteigen, stellt *T. fluviatilis* weiterhin stabile Bestände mit Dichten von im Mittel rd. 200 Ind./m².

Als Fazit für *Theodoxus fluviatilis* gilt: Aus dem Konkurrenzkampf mit *Corophium curvispinum* geht er als Verlierer hervor. An allen Stellen, wo *C. curvispinum* sehr dichte Bestände ausbilden kann, kommt es zum Erlöschen der *T. fluviatilis*-Bestände. Zu einer Zurückgewinnung der verlorenen Territorien wird es mit großer Wahrscheinlichkeit nur dann kommen, wenn die *Corophium*-Dichten mangels Nahrung weitgehend zurückgehen werden. Hierzu kann nur die drastische Abnahme der Fracht eutrophierender Substanzen (N- und P-Verbindungen) im Rhein beitragen.

Eine interessante Entwicklung zeigt die Wollhandkrabbe *Eriocheir sinensis*. Diese aus China stammende Krabbenart wurde Anfang des 20. Jahrhunderts mit großer Wahrscheinlichkeit durch Schiffe nach Europa verschleppt. 1927 wurde sie in der Elbe (Peters & Panning 1933), 1928 in der Oder (Hastrich 1994), 1931 im Rheindelta (Panning 1929) und 1952 in der Unter-mosel (Mauch 1963) nachgewiesen. Die Ausbreitung dieser Krabbenart ist auf ihre große Beweglichkeit zurückzuführen. Die jungen Krabben bewegen sich flussaufwärts und legen weite Strecken im Wasser und am Land zurück. Zwecks Paarung und Eiablage wandern dagegen die adulten, geschlechtsreifen Krabben flussabwärts ins Brackwasser der Flussmündungen. Obwohl *E. sinensis* in vielen Flüssen, die in die Nord- und Ostsee münden (Rhein, Ems, Hunte, Küstenkanal, Elbe), weit verbreitet ist, gelingt seit Jahren ihr Nachweis in der Oder und Mosel nicht mehr. Vermutlich hat die Stauregulierung der Mosel in den 50er und 60er Jahren zum Erlöschen der Bestände geführt. Der Grund ihres Verschwindens aus der Oder ist bis heute nicht bekannt.

Fazit

Die explosionsartige Vermehrung und Ausbreitung der Neozoa in unseren Gewässern wird von dem Menschen oft als Plage empfunden und wirkt beängstigend, da die daraus resultierenden Folgen nicht bekannt sind. Ob die Neozoa zu einem Verlust oder Bereicherung der einheimischen Lebensgemeinschaft beitragen, hängt allein vom Blickwinkel des Beobachters und von unseren wirtschaftlichen oder artenschutzrechtlichen Zielsetzungen ab.

Literatur

- Bij de Vaate, A. & O. Hulea. 2000. Range extension of the Asiatic clam *Corbicula fluminea* (Müller 1774) in the river Danube: first record from Romania. – *Lauterbornia*, 38: 23-26, Dinkelscherben.
- Bij de Vaate, A. & A. G. Klink. 1995. *Dikerogammarus villosus* Sowinsky (Crustacea: Gammaridae) a new immigrant in the Dutch part of the Lower Rhine. – *Lauterbornia*, 20: 51-54, Dinkelscherben.
- Boettger, C. R. 1953. Weiteres Vordringen des nord-amerikanischen Flusskrebse *Cambarus limosus* (Raf.) im Mittellandkanal Nordwestdeutschlands. – *Zool. Anzeiger*, 150: 322-323, Jena.
- Borchert, H. M. & D. Jung. 1960. Mitteilung über den Erstfund einer *Atyaephyra desmaresti* in den Berliner Gewässern. – 2 S., Universität Berlin.
- Csany, B. 1999. Spreading invaders along the Danubian highway: first record of *Corbicula fluminea* (O. F. Müller 1774) and *C. fluminalis* (O. F. Müller 1774) in Hungary (Mollusca: Bivalvia). – *Folia Historico Naturalia Musel Matraensis*, 23: 343-345.
- Frankenberg, V. G. 1937. Neuer Fundort der Süßwassergarnele *Atyaephyra desmaresti* (Millet) in Deutschland. – *Internat. Revue der gesamten Hydrobiologie u. Hydrographie*, 35: 243-245, Leipzig.
- Gennerich, J. & H. Knöpp. 1956. Beiträge zur Chemie und Biologie des Mittellandkanals (vorläufige Mitteilung). – *Mitt. BfG*, 80/1: 11, Koblenz.
- Grabow, K. 1998. *Corbicula fluminalis* in der Havel bei Berlin. – *Lauterbornia*, 32: 15-16, Dinkelscherben.
- Graff, O. 1950. Über das Vorkommen der Süßwassergarnele *Atyaephyra desmaresti* Millet im Mittellandkanal (Nordwestdeutschland). – *Arch. für Hydrobiologie*, 43: 241-246, Stuttgart.
- Harbers, P., W. Hinz & W. Gerss. 1988. Fauna und Siedlungsdichten – insbesondere der Mollusken – auf der Sohle des Rhein-Herne-Kanals. – *Decheniana*, 141: 241-270, Bonn.
- Hartog, Den C., F. W. B. van den Brink & G. van der Velde. 1992. Why was the invasion of the river Rhine by *Corophium curvispinum* and *Corbicula* species so successful? – *J. Nat. Hist.*, 26: 1121-1129, London.
- Hastrich, A. 1994. Makrozoobenthos in der mittleren und unteren Oder im Herbst 1992 und im historischen Vergleich. – *Limnologica*, 24: 369-388, Jena.
- Herhaus, K. F. 1978. Die ersten Nachweise von *Corophium curvispinum* Sars, 1985 (Crustacea, Amphipoda, Corophidae) im Dortmund-Ems-Kanal. – *Natur und Heimat*: 99-102, Münster.
- Heuss, K., W.-D. Schmidt & H. Schödel. 1990. Die Verbreitung von *Atyaephyra desmaresti* (Millet) (Crustacea, Decapoda) in Bayern. – *Lauterbornia*, 6: 85-88, Dinkelscherben.
- Kinzelbach, R. 1991. Die Körbchenmuscheln *Corbicula fluminalis*, *Corbicula fluminea* und *Corbicula fluviatilis* in Europa (Bivalvia: Corbiculidae). – *Mainzer Naturwiss. Archiv*, 29: 215-228, Mainz.

- Kothé, P. 1968. *Hypania invalida* (Polychaeta Sedentaria) und *Jaera sarsi* (Isopoda) erstmals in der deutschen Donau. – Arch. für Hydrobiologie, Suppl. (Donauforschung 3), 34: 88-114, Stuttgart.
- Lattin De, G. 1967. Grundriss der Zoogeographie. – 386 S., Stuttgart.
- Mauch, E. 1963. Untersuchungen über das Benthos der deutschen Mosel unter besonderer Berücksichtigung der Wassergüte. – Mitt. des Zoologischen Museums Berlin, 39: 3-172.
- Müller, P. 1975. Erfassung der westpalaearktischen Tiergruppen in der Bundesrepublik Deutschland. – Decheniana, 130: 229-253, Bonn.
- Nesemann, N., M. Pöckl & K. J. Wittmann. 1995. Distribution of epigeal Malacostraca in the middle and upper Danube (Hungary, Austria, Germany). – Miscellanea Zoologica Hungarica, 10: 49-68, Budapest.
- Panning, A. 1952. Die Chinesische Wollhandkrabbe. – Die Neue Brehm-Bücherei, Vol. 70, Akad. Verlagsges., Leipzig.
- Peters, N. & A. Panning. 1933. Die chinesische Wollhandkrabbe (*Eriocheir sinensis* H. Milne-Ewards) in Deutschland. – Zool. Anzeiger, Suppl., 104: 1-177.
- Reinhold, M. & T. Tittizer. 1999. Verschleppung von Makrozoen durch Kühlwasserfilter eines Schiffes. – Wasser und Boden, 51/1+2: 61-66, Berlin.
- Schöll, F. 1990. Zur Bestandssituation von *Corophium curvispinum* Sars im Rheingebiet. – Lauterbornia, 5: 67-70, Dinkelscherben.
- 1992. Der Schlickkrebs (*Corophium curvispinum*) und die Augustfliege (*Ephoron virgo*): Zwei Arten mit rezenter Massenentwicklung im Rhein. – Die Biozönose des Rheins im Wandel, Lachs 2000?, S. 89-93, Advanced Biology Verlagsges. mbH, Petersberg.
- 1998. Bemerkenswerte Makrozoobenthosfunde in der Elbe: Erstnachweis von *Corbicula fluminea* (O. F. Müller 1774) bei Krümmel sowie Massenvorkommen von *Oligoneuriella rhenana* (Imhoff 1852) in der Oberelbe. – Lauterbornia, 33: 23-24, Dinkelscherben.
- 2000. Die Wassertemperatur als verbreitungsregulierender Faktor von *Corbicula fluminea* (O. F. Müller 1774). – Hydrobiologie u. Wasserbewirtschaftung, 44: 318-321.
- Schöll, F., C. Becker & T. Tittizer. 1995. Das Makrozoobenthos des schiffbaren Rheins von Basel bis Emmerich 1986-1995. – Lauterbornia, 12: 115-137, Dinkelscherben.
- Thienemann, A. 1950. Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Europas. – In: Thienemann, A. (ed.): Die Binnengewässer 18: 809 S., Schweizerbart, Stuttgart.
- Tittizer, T. 1996. Vorkommen und Ausbreitung aquatischer Neozoen in den europäischen Bundeswasserstraßen. – In: Gebhardt, S., R. Kinzelbach & H. Schmidt-Fischer (eds.): Gebietsfremde Tierarten – Auswirkungen auf einheimische Arten, Lebensgemeinschaften und Biotope. Situationsanalyse. S. 49-86, ecomed, Landsberg.
- 1997a. Ausbreitung aquatischer Neozoen (Makrozoobenthos) in den europäischen Wasserstraßen, erläutert am Beispiel des Main-Donau-Kanals. – In: Kavka, G. (ed.): Güteentwicklung der Donau: Rückblick und Perspektiven. Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft, 4: 113-134, Wien.
- 1997b. Existenzkampf oder friedliche Koexistenz – wie berechtigt ist unsere Angst vor den Neozoen? – BfG-Jahresbericht 1997: 72-75, Koblenz.
- Tittizer, T. & M. Taxacher. 1997. Erstnachweis von *Corbicula fluminea/fluminalis* (Müller 1774) (Corbiculidae, Mollusca) in der Donau. – Lauterbornia, 31: 103-107, Dinkelscherben.
- Tittizer, T., F. Schöll & M. Schleuter. 1990. Beitrag zur Struktur und Entwicklungsdynamik der Benthalfauna des Rheins von Basel bis Düsseldorf in den Jahren 1986/87. – Limnologie aktuell, 1: 293-323.
- Tittizer, T., F. Schöll, M. Dommermuth, J. Bäche & M. Zimmer. 1991. Zur Bestandsentwicklung des Zoobenthos des Rheins im Verlauf der letzten 9 Jahrzehnte. – Wasser und Abwasser, 35: 125-166, Wien-Kaisermühlen.
- Tittizer, T., H. Leuchs & M. Banning. 1992. Beitrag zur Struktur und Entwicklungsdynamik der Benthalfauna der Donau zwischen Kelheim und Jochenstein. – XVI. Konferenz der Donauländer: 424-428, Kelheim.
- Tittizer, T., M. Banning, H. Leuchs, M. Schleuter & F. Schöll. 1993. Faunenaustausch Rhein/Main – Altmühl/Donau. – DGL-Jahrestagung: 383-387, Coburg.
- Tittizer, T., H. Leuchs & M. Banning. 1994. Das Makrozoobenthos der Donau im Abschnitt Kelheim – Jochenstein (Donau-km 2414-2202). – Limnologie aktuell, 2: 173-188, Stuttgart.
- Tittizer, T., M. Banning & S. Potel. 1995. Die Makroinvertebratenbesiedlung des Main-Donau-Kanals. – BfG-Bericht, Koblenz.
- Tittizer, T., F. Schöll, M. Banning, A. Haybach & M. Schleuter. 2000. Aquatische Neozoen im Makrozoobenthos der Binnenwasserstraßen Deutschlands. – Lauterbornia, 39: 1-72, Dinkelscherben.
- Weber, E. 1964. Süßwasserpolychaeten in der österreichischen Donau. – Arch. für Hydrobiologie, Suppl., 27: 381-385, Stuttgart.

Diskussion

I. Kowarik: Sie haben Ihren Vortrag mit der Aussage begonnen, man könne gegen Invasionen nichts machen. Aber Herr Auge und auch Sie selbst haben darauf hingewiesen, dass anthropogene Veränderungen einen wichtigen Ursachenkomplex für die Ausbreitung von Neophyten darstellen. Dazu zählen Standortveränderungen, aber auch Kanalbauten. Weitere mögliche Ansatzpunkte zum Handeln sind die Art und Weise, Ballastwasser zu transportieren, die Art des Fischbesatzes in den Gewässern und die Aktivitäten von Aquarianern. Die internationale maritime Organisation IMO arbeitet gerade an rechtlichen Regelungen zur Ballastwasserproblematik, und man könnte auch den Fischbesatz und die Aktivitäten der Freisetzung von

Tieren steuern. Könnten diese Maßnahmen aus Ihrer Sicht nicht doch grundsätzlich die Einwanderung von Neozoen beeinflussen?

T. Tittizer: Meine Aussage bezog sich speziell auf die Anfrage, wie man nach der Eröffnung des Main-Donau-Kanals einen Faunenaustausch zwischen Rhein und Donau verhindern könne. Hier war meine Antwort: Man kann dagegen gar nichts tun. Selbstverständlich werden weltweit eine ganze Reihe vernünftiger Maßnahmen gegen die unerwünschte Ausbreitung von Neozoen getroffen. Wichtig ist für mich jedoch, dass man die Populationsentwicklung dieser Arten sehr genau verfolgt und rechtzeitig Maßnahmen zu ihrer Eindämmung erarbeitet.