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

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 17	3	509–524	2000	Freiburg im Breisgau 24. Mai 2000

Neozoen im Hochrhein und im südlichen Oberrhein

von

PETER REY, DANIEL KÜRY, BIRGIT WEBER & JOHANNES ORTLEPP *

Zusammenfassung: Die Einwanderung neuer Zoobenthosarten in den Hochrhein wird seit 1990 im Rahmen zweier Monitoringprogramme verfolgt (REY et al. 1992, REY & ORTLEPP 1997; KÜRY 1998, 2000). Während sich im Jahr 1995 die benthische Besiedlung der Hochrheinsohle vom Bodensee bis Rheinfelden gegenüber früheren Ergebnissen als relativ stabil erwies, waren in Raum Basel mindestens zwei neue, auffällige Wasserorganismen eingewandert, der Schlickkrebs *Corophium curvispinum* und die Körbchenmuschel *Corbicula fluminea/fluminalis.* Beide Arten haben sich in den vorangegangenen Jahren kontinuierlich rheinaufwärts ausgebreitet und dabei Mittel- und Oberrhein zum Teil invasionsartig besiedelt. Zwischen 1995 und 2000 ist *Corophium* wieder ein Stück weiter in den Hochrhein aufgestiegen und die *Corbicula*-Bestände sind bis zu zehnmal dichter geworden. Im selben Zeitraum konnte die Ankunft weiterer Neozoen im Raum Basel beobachtet werden, wie die des Flohkrebses *Dikerogammarus haemobaphes,* der Donauassel *Jaera istri,* der Süßwassergarnele *Atyaephyra desmaresti* sowie des Polychaeten *Hypania invalida.*

Der vorliegende Artikel stellt einige der auffälligsten Neuankömmlinge im Raum Basel und im südlichen Oberrhein vor und verfolgt deren Einwanderungswege. Es wird diskutiert, welche Umstände die Masseneinwanderung von Neozoen in den Rhein begünstigen und warum die untersten Hochrheinstaustufen für einige von ihnen ein Ausbreitungshindernis zu sein scheinen, während andere bereits über den gesamten Hochrhein und in einem Teil seines Einzugsgebietes nachzuweisen sind.

Einleitung

Die Verbreitungsgebiete hololimnischer (im Verlauf ihrer gesamten Entwicklung im Wasser lebender) Makroinvertebraten im Rheingebiet konnten sich in erdgeschichtlichen Zeiten durch Naturereignisse wie z.B. Vereisung, Orogenese und Vulkanismus verändern (TITTIZER 1997a). Für die Ausbreitung einzelner Taxa durch Phoresie, und damit das Überbrücken von Wanderhindernissen als „blinde Passagiere", kamen auch Vögel und Fische in Frage. Ausbreitungsgrenzen waren jedoch durch deren beschränkten Aktionsradius vorgegeben und blieben relativ stabil.

Neue Möglichkeiten der Kolonisation im Rheingebiet eröffneten sich der Benthosfauna durch den Ausbau des französischen Kanalnetzes Anfang des 19. Jahrhunderts sowie dem des norddeutschen Kanalnetzes (1938 Fertigstellung des Mittellandkanals). Die Intensivierung der Schiffahrt auf dem Rhein und seinen großen Zuflüssen ermöglichte, beginnend mit der Tulla'schen Flussregulierung

* Anschriften der Verfasser: P. REY, Hydra-Institut, Fürstenbergstr. 25, D-78467 Konstanz; Dr. D. KÜRY, Life Science AG, Greifengasse 7, CH-4056 Basel; J. ORTLEPP, Büro Hydra, Mühlweg 17, D-75223 Öschelbronn; B. WEBER, Gänsbergstraße 20, D-76228 Karlsruhe-Stupferich

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

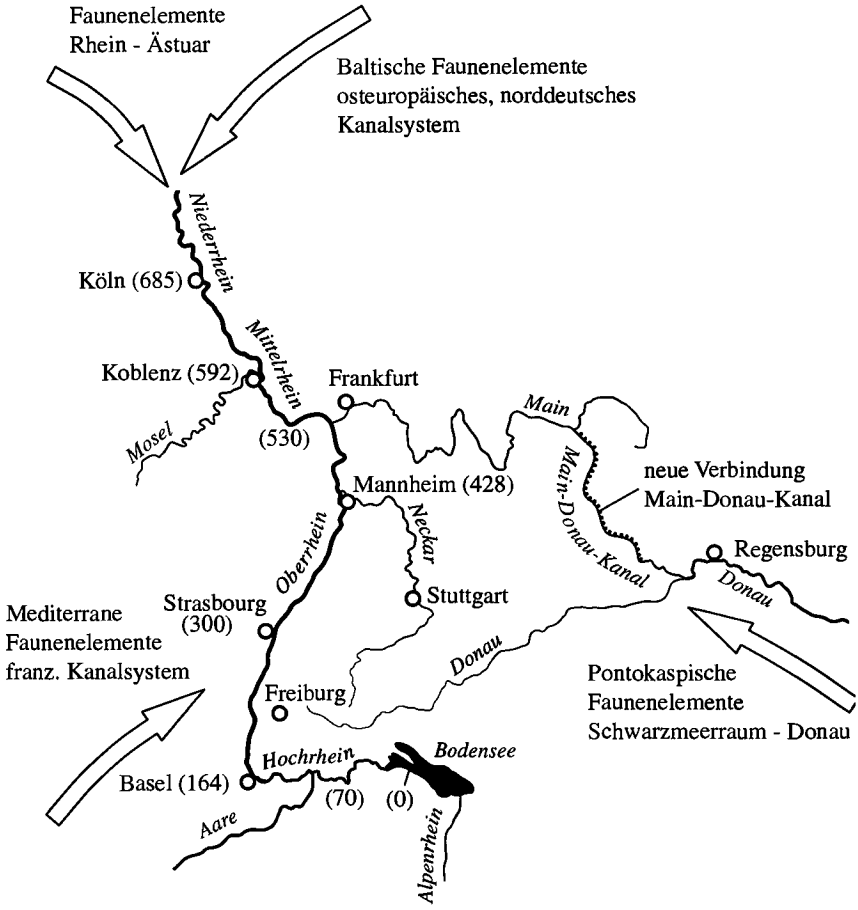


Abb. 1: Vernetzung der Wasserstraßen und der Einfluss unterschiedlicher hydrographischer Faunenelemente auf die Verbreitung von Neozoen im Rheingebiet. Rhein-km in Klammern.

Mitte des 19. Jahrhunderts, den passiven Transport von Neozoen bis in den Hochrhein. Ein zusammenhängendes Netz von Wasserwegen entstand, das nun vom Mittelmeer bis ins Baltikum reichte: Die natürlichen Grenzen für kriechende oder schwimmende Gewässerorganismen waren beseitigt (Abb. 1). Viele Benthosarten hatten nun auch die Möglichkeit, als Larve oder als adultes Tier, von Schiffen schnell über weite Strecken transportiert zu werden (Reinhold & Tittizer 1997). Diese Form anthropogener Phoresie, aber auch die weltweite Vernetzung von Schiffahrtswegen, beschleunigte die nun ohnehin mögliche Ausbreitung aquatischer Neozoen im Rhein und führte die Tiere weit über ihre historischen Verbreitungsgrenzen hinaus, wobei auch die Überbrückung von Ozeanen für Süßwasserarten kein Hindernis mehr darstellte.

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

Die monotone Struktur und Morphologie der Wasserstraßen Donau, Main, Neckar und Rhein begünstigten die Besiedlung durch anspruchslose und belastungstolerante Zoobenthos-Arten und Ubiquisten. Die Neuankömmlinge besiedeln heute im schiffbaren Rhein nahezu jeden vorhandenen Substrattyp und beeinträchtigen dadurch auch die Lebensgemeinschaften autochthoner Arten (TITTIZER 1997b).

Ein neues, bedenkliches Kapitel dieses Prozesses wurde mit der Fertigstellung des Main-Donau-Kanals im Jahre 1993 aufgeschlagen. Die bis dahin zumindest hydrographisch getrennten, faunistisch sehr unterschiedlichen Flussysteme des Rheins und der Donau (mit dem gesamten pontokaspischen Raum) sind nun miteinander verbunden und für die Ausbreitung aquatischer Organismen geöffnet.

Ausbreitung und Bestandesstruktur der in den Oberrhein einwandernden Arten, ihr Ursprung, der Zeitpunkt ihrer Ankunft und ihre derzeitige Ausbreitungsgrenzen werden seit rund 30 Jahren von mehreren Arbeitsgruppen verfolgt (TITTIZER et al. im Druck, SCHÖLL 1996; KINZELBACH 1972a).

Bestandsaufnahmen der Benthosfauna im Raum Basel und im Hochrhein

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL, Bern) führt das Hydra-Institut (Konstanz) seit 1990 ein Langzeitmonitoring der Benthosbesiedlung auf der Hochrheinsohle durch (REY et al. 1992, REY & ORTLEPP 1997). Das Programm beinhaltet eine zwischen der Schweiz (BUWAL) und Baden-Württemberg (LfU Karlsruhe) koordinierte Bestandsaufnahme, die im Abstand von fünf Jahren zu drei verschiedenen Jahreszeiten durchgeführt wird. Eingebunden ist dieses Monitoringprogramm in das "Aktionsprogramm Rhein" der Internationalen Rheinschutzkommission (IKSR). Durch die Kombination zweier Probenahme-Methoden (Uferproben und schiffgestützte Probenahmen durch Taucher) wird der Anspruch erfüllt, die Makroinvertebratenbesiedlung über den gesamten Flussquerschnitt hinreichend zu erfassen.

Im Auftrag der Kantonalen Fachstelle für Naturschutz Basel-Stadt wird gegenwärtig die „Grundlagenerhebung Biotope" durchgeführt, bei der auf der Basis der Pflanzen- und Tierbesiedlung die potentiell wertvollen Lebensräume im Stadtkanton ermittelt werden sollen. In den Jahren 1998 bis 2000 wurden hierzu die Uferbereiche des Rheins im Raum Basel untersucht (KÜRY 1998, 2000).

Im Rahmen beider Programme konnte auch das Eindringen rheinaufwärts wandernder Neozoen in den untersten Hochrheinabschnitt gut dokumentiert werden.

Ausgewählte Neozoen im Raum Basel

Im Folgenden werden einige der auffälligsten Neozoen charakterisiert, die den südlichen Oberrhein erreicht haben oder sich bereits im Hochrhein etablieren konnten.

Dugesia tigrina GIRARD (Gefleckter Strudelwurm; Turbellaria, Tricladida)

Diese aus Nordamerika stammende Art (Abb. 2 q, 4 h) wurde Anfang des 20. Jahrhunderts durch Aquarianer nach Europa eingeschleppt und konnte sich hier schnell verbreiten. Heute ist der Gefleckte Strudelwurm in ganz Mitteleuropa sowie in Italien, Spanien und Russland verbreitet. Er besiedelt sowohl stehende als

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

auch langsam fließende Gewässer und stellt keine hohen Ansprüche an die Qualität seines Wohngewässers (euryök). Steine, Holz und submerse Wasserpflanzen werden als Besiedlungssubstrat bevorzugt. Seine Nahrung besteht aus Würmern, Schnecken, Asseln und Insektenlarven. *Dugesia tigrina* gehört zu der Gruppe der weit verbreiteten Neozoen in den Bundeswasserstraßen. Ihre Bestände weisen jedoch oft nur geringe Populationsdichten auf (TITTIZER 1996).

Im Hochrhein wurde *D. tigrina* erstmals 1986 bei Schweizerhalle (STÖSSEL 1990) und 1990 direkt unterhalb des Bodensees (REY et al. 1992) gefunden. Inzwischen ist die Art an vielen Stellen im Hochrhein (REY & ORTLEPP 1997) und auch im Bodensee (SISSEGGER & SCHAEFER 1993) nachgewiesen. In der Aare konnte bereits 1989 beim Kraftwerk Beznau eine Massenentwicklung der Art beobachtet werden (BfÖ 1991 in ORTLEPP & GERSTER 1998).

Corbicula fluminea/fluminalis MÜLLER (Mollusca, Bivalvia)

Die Körbchenmuschel *Corbicula fluminea/fluminalis* (Abb. 2 w, 4 b) besiedelt sandig-kiesige, gut durchlüftete Substrate mit nur geringem Anteil an organischer Substanz. Ihre bevorzugten Lebensräume sind große Flüsse und Seen. Als ursprüngliche Brackwasserart weist sie eine hohe Salztoleranz auf. *Corbicula* war während des Tertiärs in ganz Europa verbreitet. Im Zuge der Vereisungszyklen im Quartär wurde sie ins Kaspische Meer, nach Vorderasien und in das Nil-System verdrängt. Von dort war sie 1939, wahrscheinlich im Ballastwasser von Schiffen, nach Nordamerika verschleppt worden. In Europa kommt *Corbicula* seit 1980 wieder vor, zunächst nachgewiesen in Portugal und Südfrankreich, danach im Rheindelta und in der Unterweser. Von dort aus breitete sie sich im gesamten Netz der deutschen Bundeswasserstraßen aus. Kurze Reproduktionsphasen (3 Generationen/Jahr) ermöglichen die rasche Ausbildung sehr dichter Populationen (bis 7000 Ind./m²) (TITTIZER 1997a). 1990 kolonisierte die Art den Nieder-, den Mittel- und den nördlichen Oberrhein (Abb. 3 d).

Im Rheinknie bei Basel wurde *Corbicula* erstmals 1994 nachgewiesen (SCHÖLL 1996), oberhalb der Staustufe Birsfelden fanden wir sie ein Jahr später (REY & ORTLEPP 1997), damals noch in Beständen von bis zu 406 Ind./m² (Basel), resp. 70 Ind./m² (Schweizerhalle). Einige der Tiere waren dabei jedoch bereits mehr als drei Jahre alt und haben den Hochrhein demnach schon etwa 1992 erreicht. Die Proben von 1998 (KÜRY 1998) und vom Januar 2000 zeigten an beiden Probestellen eine drei- bis zehnmal so hohe Besiedlungsdichte wie 1995.

Hypania invalida GRUBE (Annelida, Polychaeta)

Dieser einzige Süßwasserpolychaet in Deutschland (Abb. 2 m, 4 f, 4 g) stammt aus dem pontokaspischen Raum und stellt ein Relikt der tertiären Meeresfauna dar. Er kommt heute vor allem in den Gewässern der Balkanhalbinsel, aber auch in den Süßwasser- und Brackwasserabschnitten der Donau vor. *Hypania invalida* bevorzugt stehende und langsam fließende Gewässer mit schlammigem Grund. Hier baut der Vielborster seine senkrechten Wohnröhren. Seine Nahrung besteht aus Detritus. Zu seiner Verbreitung trug in wesentlichem Maße die Schiffahrt bei (TITTIZER 1996). *Hypania invalida* konnte bis 1995 lediglich in der Donau nachgewiesen werden. In den letzten 37 Jahren wird eine flussaufwärts gerichtete Ausbreitung dieses Polychaeten in der Donau beobachtet. 1993 wurde *Hypania* erstmals im Niederrhein (TITTIZER 1997a) und seit 1996 auch in Main und Mosel (SCHMIDT et al. 1998) gefunden.

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

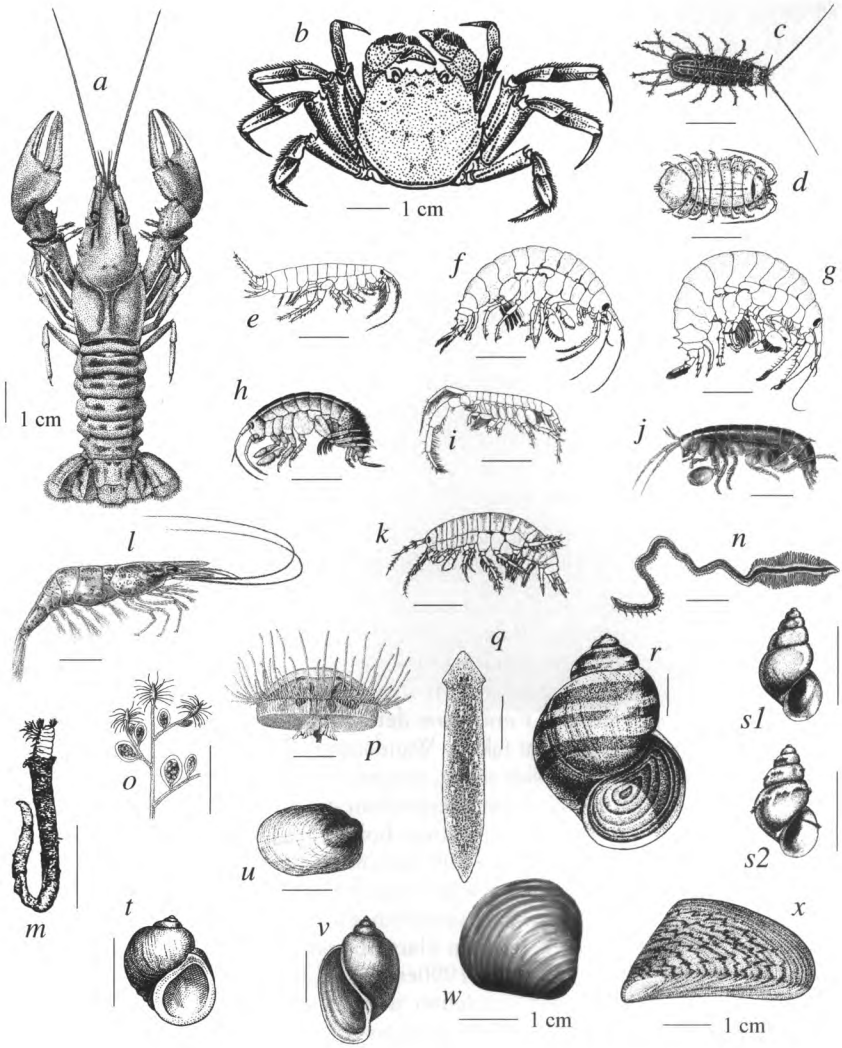


Abb. 2: Makrobenthos-Neozoen aus dem südlichen Oberrhein und Hochrhein:
a) *Orconectes limosus*, b) *Eriocheir sinensis*, c) *Proasellus* cf. *coxalis*, d) *Jaera* cf. *istri*, e) *Chaetogammarus ischnus*, f) *Dikerogammarus haemobaphes*, g) *Dikerogammarus villosus*, h) *Echinogammarus berilloni*, i) *Corophium curvispinum*, j) *Orchestia cavimana*, k) *Gammarus tigrinus*, l) *Atyaephyra desmaresti*, m) *Hypania invalida*, n) *Branchiura sowerby*, o) *Cordylophora caspia*, p) *Craspedacusta sowerby*, q) *Dugesia tigrina*, r) *Viviparus viviparus*, s1) *Potamopyrgus jenkinsi*, s2) *Potamopyrgus jenkinsi carinatus*, t) *Lithoglyphus naticoides*, u) *Ferissia wautieri*, v) *Physella acuta*, w) *Corbicula fluminea/fluminalis*, x) *Dreissena polymorpha*.

Maßstab (wenn nicht anders angegeben): 5 mm. Zeichnungen aus: siehe Schrifttum.

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

Der Erstnachweis für die Einwanderung in den Hochrhein gelang uns 1998. Im Zeitraum 1998–2000 konnte die Art auf der Basler Rheinstrecke in relativ geringen Individuenzahlen an beiden Rheinufern nachgewiesen werden.

Branchiura sowerbyi BEDDARD (Kiemenwurm; Oligochaeta)

Die ursprüngliche Heimat von *Branchiura sowerbyi* (Abb. 2 n) ist ungeklärt. Manche Autoren halten diesen Schlammröhrenwurm für autochthon, andere vermuten eine Herkunft aus Südostasien (diskutiert in GEISSEN 1999). In Europa wurde diese Art erstmals 1892 in Warmwasserbassins in Hamburg und London nachgewiesen (TOBIAS 1972). Heute ist *Branchiura sowerbyi* aus ganz Mitteleuropa mit allerdings zerstreutem Vorkommen bekannt (Abb. 3 f). Diese als thermophil geltende Art besiedelt die schlammigen Ufer stehender und langsam fließender Gewässer. Sie ernährt sich von Detritus.

Im Hochrhein fanden wir *B. sowerbyi* erstmals 1990 (SCHMELZ & SCHÖLL 1992), 1995 bereits an drei Stellen zwischen dem Bodensee und dem Zufluss der Aare (REY & ORTLEPP 1997). In der Aare selbst ist ein Vorkommen direkt unterhalb des Bielersees bekannt (MARRER 1988 in ORTLEPP & GERSTER 1998).

Corophium curvispinum SARS (Crustacea, Amphipoda)

Der aus dem Schwarzmeerraum (Pontokaspis) stammende Schlickkrebs (Abb. 2 i, 4 d) baut seine schlammigen Wohnröhren vorwiegend auf Hartsubstrat. Dank seiner hohen Salztoleranz kann er auch Brackwasserbereiche besiedeln. *C. curvispinum* ist ein aktiver Filtrierer und ernährt sich von Detritus und Plankton. Seine schnelle Verbreitung verdankt *Corophium* der Schiffahrt, dem Bau von Kanälen, aber auch seiner hohen Mobilität (aktive Wanderung). Den Rhein besiedelte er seit Mitte der 1980er Jahre explosionsartig, ausgehend von norddeutschen Wasserstraßen (SCHÖLL 1990, 1992). Vom Niederrhein bis zum Oberrhein, den er etwa 1987 erreichte, wurde er in zum Teil extrem hohen Besiedlungsdichten (nach VAN DEN BRINK et al. 1993, bis über 200.000 Ind./m²), vor allem auf dem uferständigen Blockwurf, nachgewiesen. *Corophium* scheint dabei den Bestand der Wandermuschel *(Dreissena polymorpha)* zurückzudrängen, da sich deren Larven auf dem mit *Corophium*-Wohnröhren bedeckten Hartsubstratflächen nicht mehr festsetzen können (TITTIZER 1997b). Mitte der 1990er Jahre nahmen die Besiedlungsdichten von *Corophium* wieder ab und pendelten sich bei einigen Tausend Ind./m² ein (TITTIZER et al., im Druck). Durch die Eröffnung des Main-Donau-Kanals kam es bereits 1993 zu einer Vermischung des Rheinstammes mit einem im vergleichbaren Zeitraum aus dem Schwarzmeerraum aufgestiegenen Donau-Stamm (TITTIZER 1996) (Abb. 3 c).

Aus dem Rheinknie bei Basel ist die Art seit 1993 bekannt (VAN DE VELDE in HAAS 1993). Im Jahre 1995 konnten wir die Art mit einer Dichte von max. 250 Ind./m² nachweisen. Erst im Januar 2000 fanden wir *Corophium* auch oberhalb der ersten Hochrheinstaustufe auf Höhe Schweizerhalle mit ca. 70 Ind./m².

Dikerogammarus haemobaphes EICHWALD (Crustacea, Amphipoda)

Der Flohkrebs *Dikerogammarus haemobaphes* (Abb. 2 f, 4 c) und seine Schwesterart *D. villosus* (Abb. 2 g) stammen aus dem Schwarzmeerraum und waren in ihrer Verbreitung bis vor 25 Jahren auf die Gewässer Russlands und der

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

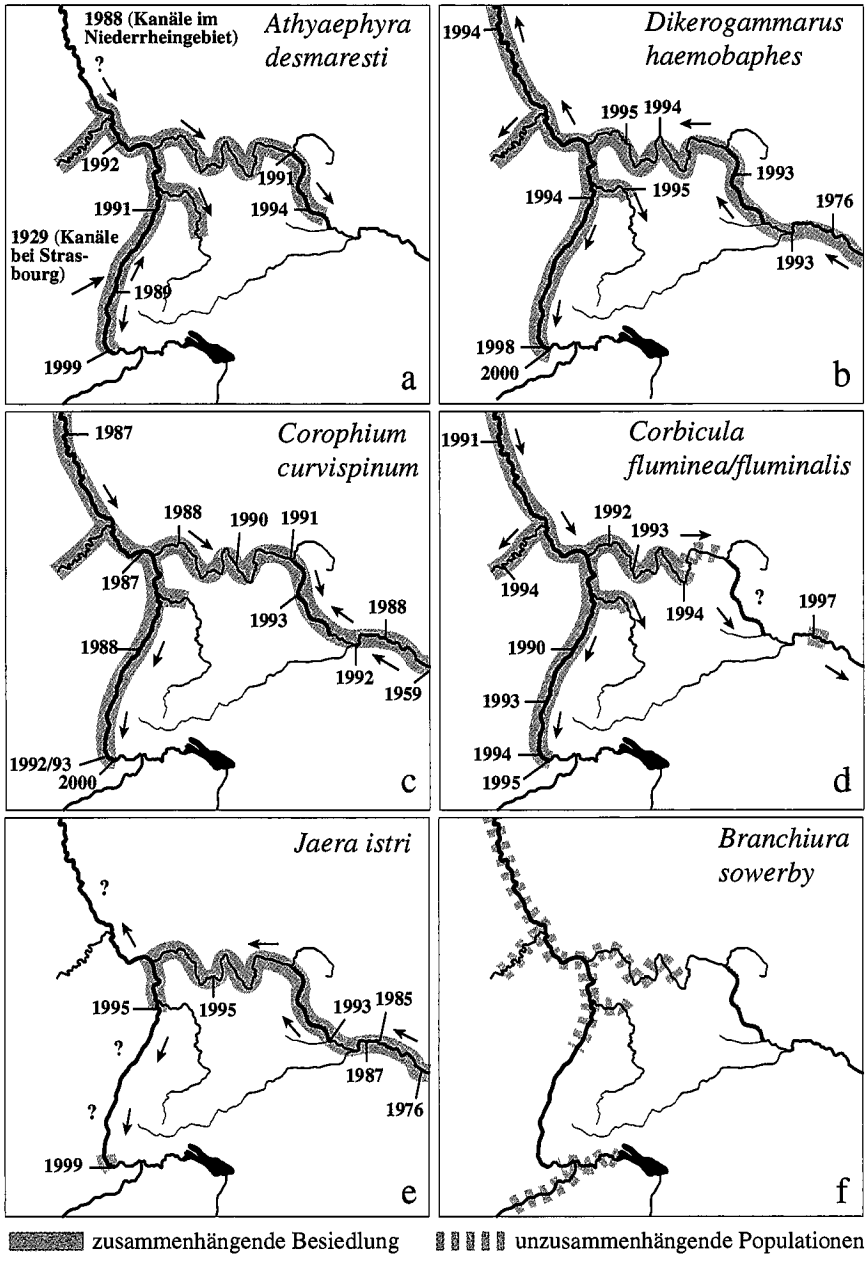


Abb. 3: Ausbreitungswege und Nachweise ausgewählter Neozoen im Rheingebiet. Angegeben sind die Jahreszahlen für den jeweils bekannten Erstnachweis.

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

Balkanhalbinsel beschränkt. Über die Ökologie der bis zu 2 cm langen Gammariden ist wenig bekannt; ihr Vorkommen deutet jedoch auf eine breite ökologische Valenz hin (TITTIZER 1996). Durch die Verbindung der Flußsysteme Donau und Rhein wurde eine weitere Ausbreitung nach Westen ermöglicht (Abb. 3 b). 1993 konnten beide Flohkrebsarten im Main-Donau-Kanal nachgewiesen werden (TITTIZER et al. 1995). 1994 erreichte D. haemobaphes den Rhein (SCHÖLL et al. 1995) die Schwesterart *D. villosus* ein Jahr später (SCHÖLL et al. 1995, BIJ DE VAATE & KLINK 1995). Die seither rasante Ausbreitung rheinaufwärts ist auf eine ausgeprägte aktive Wandertätigkeit zurückzuführen.

Dikerogammarus haemobaphes tauchte in den Hochrheinproben 2000 sowohl in Basel als auch auf Höhe Schweizerhalle auf. Im Uferbereich auf dem Basler Abschnitt war *D. haemobaphes* die dominante Art unter den Flohkrebsen (Amphipoda) und erreichte bereits 1998/1999 Dichten von mehr als 1000 Individuen/m^2 (KÜRY 1998). Sie dominiert damit bereits zwei Jahre nach ihrer Einwanderung die gesamte Benthosbiozönose in diesem Rheinabschnitt und scheint die übrigen Flohkrebsarten zurückzudrängen.

Jaera istri VEUILLE (Donauassel; Crustacea, Isopoda)

Jaera istri (Abb. 2 d, 4 i) stammt ursprünglich aus dem Gebiet des Schwarzen und Kaspischen Meeres (Pontokaspis). Sie lebt auf steinigem Substrat im Uferbereich großer Flüsse und Ästuare und zeichnet sich dort durch eine hohe Standorttreue aus. Ihre Nahrung besteht aus Pflanzenresten, Algen und Detritus. Von der Pontokaspis aus hat sich die Art die Donau aufwärts ausgebreitet. In der deutschen Donau wurde *Jaera istri* erstmals im Jahre 1958 im Raum Vilshofen (Donau-km 2320) nachgewiesen (KOTHÉ 1968), 1987 im Großraum Regensburg (Donau-km 2380) und 1994 im Main-Donau-Kanal (TITTIZER 1997a). 1995 wurde die Art in wenigen Exemplaren am Main (SCHLEUTER & SCHLEUTER 1995) und am nördlichen Oberrhein (SCHÖLL & BANNING 1996) gefunden. Ihre schnelle Ausbreitung im Main-Donau-Kanal, Main und Rhein (Abb. 3 e) ist nur durch passive Verschleppung durch die Schiffahrt erklärbar (TITTIZER 1996).

1999 wurde die Donauassel erstmals im Rheinabschnitt Basel-Stadt nachgewiesen (KÜRY 2000); es handelte sich dabei um einen Einzelfund.

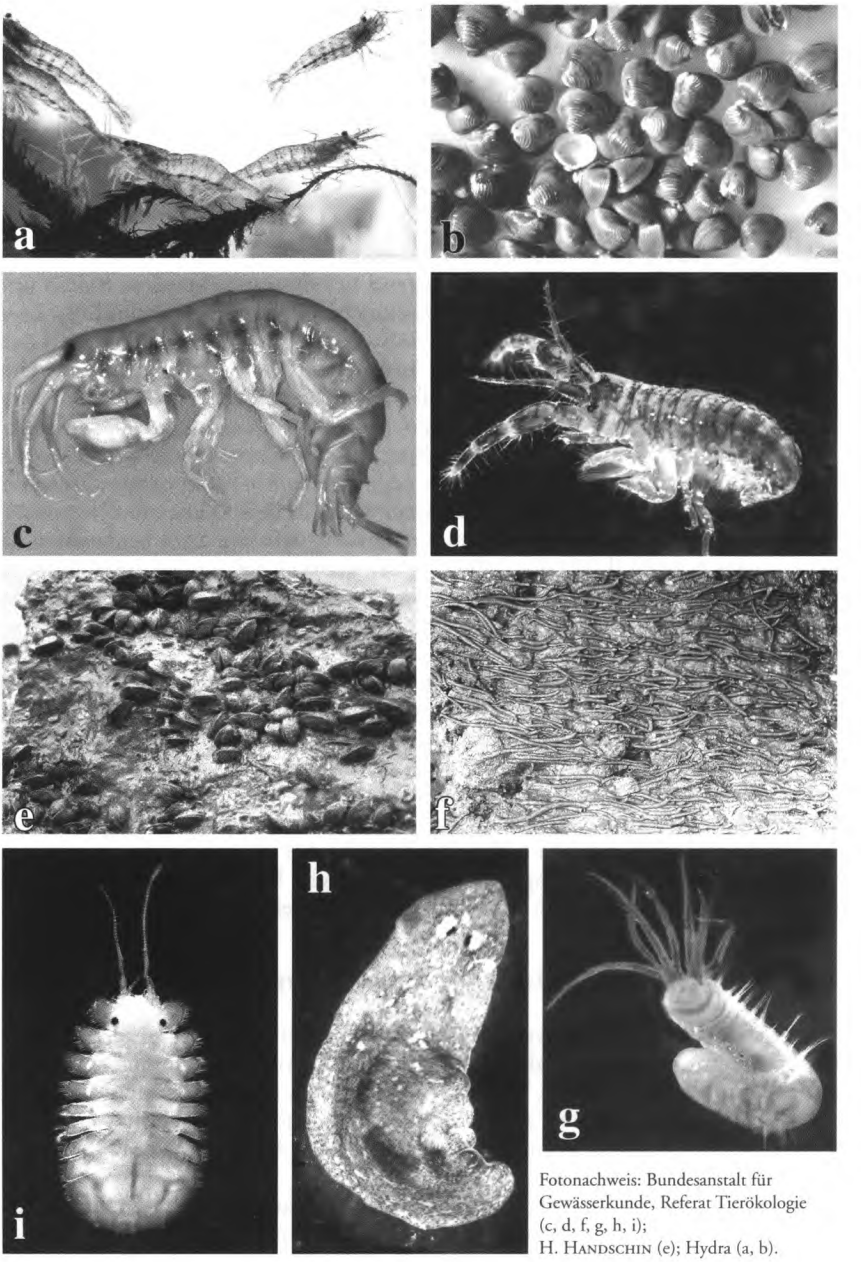
Proasellus meridianus RACOVITZA und *P. coxalis* DOLLFUS (Crustacea, Isopoda)

Proasellus meridianus ist eine ursprünglich atlantische Art, die ihre östliche Verbreitungsgrenze im Rheingebiet hat (GRUNER 1966). Die Art ist mehrfach aus dem Oberrhein gemeldet (TITTIZER et al. 1990).

Proasellus coxalis stammt ursprünglich aus dem Mittelmeergebiet. Die Art ist in zwei unterscheidbaren Unterarten (*P. c. septentrionalis* und *P. c. peregrinus*) über verschiedene Wege nach Mitteleuropa eingewandert (HERBST 1956). Die Ausbreitung dürfte passiv mit Schiffen, teilweise auch aktiv über die Binnenkanäle Frankreichs erfolgt sein. *P. coxalis septentrionalis,* die in Mitteleuropa häufigere Unterart, scheint über eine südöstliche Route nach Mitteleuropa vorgedrungen zu sein, wo sie am Rhein ihre Westgrenze erreicht.

Im Hochrhein wurde *P. coxalis* erstmals durch HEUSS (1976) und 1978 durch CASPERS (1980) nachgewiesen. Sie ist dort heute an den Ufern von Basel bis oberhalb der Aaremündung an vielen Stellen vertreten (KÜRY 1998, REY & ORTLEPP 1997).

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



Fotonachweis: Bundesanstalt für Gewässerkunde, Referat Tierökologie (c, d, f, g, h, i); H. Handschin (e); Hydra (a, b).

Abb. 4: Auffällige Neozoen aus dem Basler Rhein: a) Süßwassergarnele Atyaephyra *desmaresti,* b) Körbchenmuschel *Corbicula fluminea/fluminalis,* c) Flohkrebs *Dikerogammarus haemobaphes,* d) Schlickkrebs *Corophium curvispinum,* e) Uferblock mit *Dreissena polymorpha,* f) Schlammröhren des *Polychaeten Hypania invalida,* g) *Hypania invalida* ohne Gehäuse, h) Gefleckter Strudelwurm *Dugesia tigrina,* i) Donauassel *Jaera istri.*

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

Diese Wasserassel-Arten werden anscheinend von vielen Beobachtern unter *Asellus aquaticus* geführt, der häufig in der gleichen Probe zu finden ist. Auch die Unterscheidung der Arten *P. meridianus* und *P. coxalis* wurde oft nicht verlässlich durchgeführt (ähnliche Kopfzeichnung). Um die aktuelle Verbreitung dieser verwechselbaren Arten anzugeben, muss eine zuverlässigere Bestimmung sowie eine Revision älteren Materials durchgeführt werden.

Atyaephyra desmaresti MILLET (Süßwassergarnele; Crustacea, Decapoda)

Die Süßwassergarnele *Atyaephyra desmaresti* (Abb. 2 l, 4 a) stammt ursprünglich aus dem Mittelmeerraum. Sie ist vorwiegend in Pflanzenpolstern zu finden und gilt als eurytherm und euryhalin. Ihre Nahrung besteht aus Detritus und Plankton (TITTIZER 1996). Die Verbreitung der Süßwassergarnele erfolgt in erster Linie durch aktive Wanderung, die durch den Ausbau der Wasserstraßen und das dichte französische Kanalnetz begünstigt wurde. 1843 wurde sie erstmals in der Seine, 1888 in Belgien, 1916 in Holland und 1932 in Deutschland nachgewiesen (DE LATTIN 1967). HAUER (1950) berichtet, dass die Garnele bereits 1929 in der Ill und in einem Kanal bei Straßburg gefunden wurde. Ein Massenvorkommen der Art im Oberrhein konnten wir im Sommer 1988 in den Pflanzenpolstern einer Fischtreppe an der Mündung des Leopoldkanals (Rhein-km 253) beobachten. In diesem, damals noch durch die Zuleitung von Kalisalz-Abwässern aus dem Elsass beeinflussten Bereich, fanden wir Besiedlungsdichten bis über 8.000 Ind./m². Hohe Populationsdichten traten auch in den dortigen Rheinseitengewässern und vom Rhein aus flutbaren Kehlen auf (SCHRÖDER & REY 1991).

Auch im Raum Basel konnte die Süßwassergarnele 1999 im Rahmen einer Elektrobefischung nachgewiesen werden (KÜRY 2000). Da die äußerst agile Art mit herkömmlichen Fangmethoden (Surber-Sampling) nur schwer zu erfassen ist, dürfte die aktuelle Verbreitung nur mit einer gezielten Suche zu ermitteln sein.

Hinweise in der Literatur und die erwähnten Beobachtungen deuten auf zwei Ausbreitungswege der Art im Rhein hin (Abb. 3 a). Einerseits wandert *Atyaephyra,* aus dem norddeutschen Raum kommend, langsam den Rhein aufwärts. Eine zweite Population, die wohl ursprünglich über französische Kanäle in den Raum Straßburg gelangt ist, verbreitet sich vom südlichen Oberrhein aus in beide Richtungen.

Verbreitungsstrategien unterschiedlicher Organismengruppen

Mehr als die Hälfte der in das obere Rheingebiet vorgedrungenen Neozoen zählen zu den Krebstieren und hier vor allem zur Familie der Gammariden (Flohkrebse, Amphipoda) (Abb. 2, Tab. 1). Allesamt bekannt als sehr agile Arten und gute Schwimmer, können sie aktiv in kurzer Zeit neue Flussabschnitte besiedeln. Als permanente Wasserbewohner sind sie zur aktiven Ausbreitung auf zusammenhängende Gewässersysteme angewiesen.

Muscheln als Vertreter der zweiten großen Neozoengruppe, der Mollusken, sind zur Ausbreitung flussaufwärts auf einen passiven Transport, z.B. in und an Schiffen oder Fischen, angewiesen. Auch die Veligerlarven, das Verbreitungsstadium von *Dreissena* und *Corbicula,* können in Flüssen durch Verdriftung nur flussabwärts befindliche neue Lebensräume besiedeln. Populationen, die sich an verschiedenen Stellen eines Flussgebietes etabliert haben, können sekundär durch die Besiedlung der flussabwärts gelegenen Gewässerstrecken eine zusammenhängende Besiedlung aufbauen.

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

Tab. 1: Neozoen im Bereich des Oberrheins und des Hochrheins (nach TITTIZER 1997a bearbeitet u. ergänzt). ?: Situation ungenügend bekannt; ( ): Jahr des Erstnachweises unsicher oder unbekannt.

Neozoen im Oberrhein und Hochrhein*

Taxon	Oberrhein (Erstnachweis)	Hochrhein (Erstnachweis)	Verbreitungsgrenze (Rhein-km)	Verbreitungs-medien	ökologische Eigenheiten	Herkunft
Porifera						
Eunapius carteri	1993	kein	455	Schiffe (?)	thermophil	Afrika, Asien
Coelenterata						
Cordylophora caspia	1972	?	164	Schiffe, Wanderung	euryhyalin	Pontokaspis
Craspedacusta sowerbyi	1970	kein	300	Aquarien, Schiffe, Vögel	thermophil	Ostasien
Turbellaria						
Dugesia tigrina	1950	1986	28	Aquarien, Schiffe (?)	euryök	Nordamerika
Annelida						
Branchiura sowerbyi	(1936)	1990	28	Aquarien, Schiffe	thermophil	Südostasien (?)
Hypania invalida	1997	1998	164	Schiffe	euryhyalin	Pontokaspis
Gastropoda						
Ferissia wautieri	1972	kein	300	Schiffe, Vögel, Fische (?)	limnophil	Südosteuropa
Lithoglyphus naticoides	1909	?	164	Schiffe, Wanderung, Vög.	pelophil	Pontokaspis
Physella acuta	1970	?	160?	Schiffe, Aquarien, Vögel	euryök	Südosteuropa
Potamopyrgus jenkinsi	1962	(1980)	0	Schiffe, Vögel, Fische (?)	euryhyalin	Neuseeland
Viviparus viviparus	1987	?	?	Schiffe, Wanderung	pelophil	Osteuropa
Bivalvia						
Corbicula flumineafluminalis	1990	1994	157	Schiffe, Larvendrift	halophil	Nordamerika
Dreissena polymorpha	1836	<1969	0	Schiffe, Larvendrift	euryhyalin	Pontokaspis
Crustacea						
Astacus leptodactylus	( )	kein	280	Aussetzung, Wanderung	limnophil	Kleinasien
Atyaephyra desmaresti	(1929)	1999	164	Wanderung, Schiffe (?)	therm., euryhyalin	Mittelmeerraum
Chaetogammarus ischnus	1992	kein	300	Schiffe, Wanderung	eurytherm, -hyalin	Pontokaspis
Corophium curvispinum	1988	1992	157	Schiffe, Wanderung	euryhyalin	Pontokaspis
Dikerogammarus haemobaphes	1994	1998	157	Schiffe, Wanderung	euryök	Pontokaspis
Dikerogammarus villosus	1997	?	157?	Schiffe, Wanderung	euryök	Pontokaspis
Echinogammarus berilloni	1968	kein	164	Wanderung, Schiffe (?)	eurytherm, -hyalin	Mittelmeerraum
Eriocheir sinensis **	1950	kein	ca.200	Schiffe, Wanderung (?)	eurytherm, -hyalin	Ostasien
Gammarus tigrinus	1986	?	160?	Aussetzung, Wanderung	euryhyalin	Nordamerika
Juera istri	1995	1999	164	Schiffe, Wanderung (?)	euryhyalin	Pontokaspis
Orchestia cavimana	1964	kein	300	Wanderung	euryhyalin	Pontok.-Mittelm.
Orconectes limosus	1955	?	164	Aussetzung, Wanderung	euryök	Nordamerika
Pacifastacus leniscules	( )	kein	360	Aussetzung, Wanderung	limnophil	Nordamerika
Proasellus coxalis	1987	1976	98	Schiffe, Wanderung	euryhyalin	Mittelmeerraum
Proasellus meridianus	1986	?	?	Schiffe, Wanderung	euryhyalin	Mittelmeerraum
Kamptozoa						
Urnatella gracilis	1993	kein	456	Schiffe	thermophil	Nordamerika ?

Neozoen auf dem Weg in den Oberrhein*

Turbellaria			
Dendrocoelum romanodanubiale	535	Schiffe, Wanderung	Pontokaspis
Hirudinea			
Caspiobdella fadejewi	590	Schiffe, Wanderung	Pontokaspis
Crustacea			
Hemimysis anomala	430 (Neckar)	Wanderung	Pontokaspis
Limnomysis benedeni	590	Wanderung	Pontokaspis

* berücksichtigt sind nur der Rhein selbst und die mit dem Rhein verbundenen Gewässern (ohne Bodensee).

** katadrome Art, nur an der Küste reproduktionsfähig.

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

Wasserinsekten, in den meisten natürlichen Fließgewässern die dominanten Vertreter der Benthosbiozönose, sind unter den Neozoen im Rhein nicht vertreten. Als flugfähige Imagines haben diese Arten unabhängig von hydrographischen Grenzen geeignete Lebensräume besiedeln können. Die meisten Insekten haben sich dabei weit mehr als ihre hololimnischen Nachbarn auf unterschiedliche Lebensweisen und Substrate spezialisiert. Daher beeinträchtigen die Monotonisierung der Fließgewässer und möglicherweise auch das Eindringen fremder hololimnischer Faunenelemente den Bestand einzelner Insektenarten.

Erfolgreiche Invasoren

Bei vielen in den Rhein vorgedrungenen Neozoen wurden explosionsartige, aber zeitlich begrenzte Massenentwicklungen beobachtet. Meist zu den Ernährungstypen der Filtrierer oder Detritusfresser zählend, nutzen diese Arten die immer noch sehr hohe organische Fracht des Flusses. Haben sie in einem Rheinabschnitt einmal Fuß gefasst, entwickeln sie sich dort oft zu den dominierenden Arten der benthischen Lebensgemeinschaft. Die ca. 1966 in den Bodensee eingeschleppte Wandermuschel *Dreissena polymorpha* besiedelte von dort aus den oberen Hochrhein. Dort wurde sie in bis zu fünf Schichten übereinander und mit mehr als 33.000 Ind./m² gefunden (Rey et al. 1992). Die Schlammröhren des Schlickkrebses *Corophium* bedeckten Anfang der 1990er Jahre lückenlos die Flächen des verlagerungsstabilen Hartsubstrats in großen Teilen des Nieder-, Mittel- und Oberrheins (bis über 200.000 Ind./m²). Dabei verdrängte diese Art weitgehend die bis dahin ähnlich dominierende Wandermuschel (Tittizer 1997b). Dichten um 10.000 Ind./m² erreicht im Rhein auch die Körbchenmuschel *Corbicula*. Der Polychaet *Hypania invalida* konnte (vorerst noch in der Donau) in flächendeckenden Kolonien (Abb. 4 f) mit ca. 300.000 Ind./m² (Popescu-Marinescu & Oaie 1996) beobachtet werden.

Auch im südlichen Oberrhein und Hochrhein konnten im Verlauf der letzten zehn Jahre bei einigen Neozoenarten Massenentwicklungen beobachtet werden (Schröder & Rey 1991, Rey & Ortlepp 1997, Küry 1998). Zu nennen sind die Garnele *Atyaephyra desmaresti* (> 8.000 Ind./m²), der Flohkrebs *Dikerogammarus haemobaphes* (> 1.000 Ind./m²) und die Muschel *Corbicula flumineal/fluminalis* (> 2400 Ind./m²).

Gibt es Ausbreitungsgrenzen für Neozoen?

Im unteren Abschnitt des Hochrheins (zwischen Kaiseraugst und Rheinfelden) liegt offenbar für einige aus dem Oberrhein kommenden Neozoen-Arten eine deutliche Ausbreitungsgrenze. Als Ausbreitungsmittel von *Corophium, Corbicula* und *Hypania* wird vor allem der Transport durch Schiffe angegeben (Tittizer 1997a, vgl. Tab. 1). Die Ausbreitungsgrenze für diese Neozoen (evtl. auch für einige andere Arten) fällt mit der stromaufwärts abnehmenden Intensität der Hochrheinschiffahrt zusammen. Größe und Anzahl der großen Frachtkähne nimmt bis zum Stau Augst-Whylen (Rhein-km 155) kontinuierlich ab; hier können nur noch kleinere Schiffe durch die Schleuse gelangen. Der oberhalb liegende Stau Rheinfelden (Rhein-km 148) besitzt keine Schleuse mehr und bildet somit das Ende der international nutzbaren Schiffahrtsstraße. Es scheint, dass die Anzahl

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

der Neozoen, die per Schiff den Raum Rheinfelden erreichen, nicht mehr ausreicht, um stabile Bestände etablieren zu können. Daneben wird offenbar auch die aktive Ausbreitung von Neozoen durch bisher noch unbekannte Faktoren im untersten Hochrheinabschnitt begrenzt.

Einigen Neozoen gelang es, nahezu im gesamten Hochrhein Fuß zu fassen, z.B. dem Strudelwurm *Dugesia tigrina,* dem Kiemenwurm *Branchiura sowerbyi* und der Schnecke *Potamopyrgus jenkinsi.* Diese Arten sind vermutlich an den verschiedensten Stellen aus Aquarien ins Freiland gelangt. Ähnliches (freigelassene Aquarientiere, Besatz in Fischteichen etc.) dürfte auch das Vorkommen von nicht einheimischen Decapodenarten im Bodensee erklären, unter ihnen auch die Wollhandkrabbe *(Eriocheir sinensis)* (mdl. SULGER).

Neozoen als Gefahr für die autochthone Benthosfauna

Ökologische Auswirkungen der Ausbreitung und Massenentwicklung von Neozoen im Rheingebiet wurden in der Literatur schon mehrfach thematisiert (z.B. DEN HARTOG et al. 1992, TITTIZER 1996, TITTIZER 1997b, SCHÖLL 1996). Während Konkurrenz zwischen Neozoen, wie die der flächendeckend kolonisierenden Wandermuschel und dem Schlickkrebs, schon beobachtet werden konnten (SCHÖLL 1996, TITTIZER 1997b), wurde bis heute noch nicht eindeutig belegt, dass Neozoen auch die autochthone Benthosbiozönose negativ beeinflussen können. So ist der Rückgang früher typischer Rheinorganismen entweder vor die erste große Einwanderungswelle von Neozoen zu datieren (z.B. der Eintagsfliegen *Oligoneuriella rhenana* oder *Prosopistoma pennigerum)* oder wird von anderen Faktoren überdeckt, wie der Degradierung der Gewässermorphologie oder unregelmäßigen populationsdynamischen Schwankungen, z.B. bei der Eintagsfliege *Ephoron virgo* und der Flusskahnschnecke *Theodoxus fluviatilis.* Letztere ist vor allem für den Rhein im Raum Basel eine aspektbildende Tierart. Ihre Bestände hatten sich bis Ende der 1980er-Jahre stark ausgedünnt, danach hatte sich die Population vom Oberrhein kommend wieder bis unterhalb Rheinfelden ausgebreitet. 1995 erreichte sie ein Populationsmaximum von > 1200 Ind./m² im Rheinknie bei Basel (REY & ORTLEPP 1997). Nach 1997 kam es erneut zu einem radikalen Rückgang der Art. In den Jahren 1998 bis Januar 2000 sind die Bestände auf der Rheinsohle im Raum Basel auf wenige lebende Individuen geschrumpft. Eine ähnliche Populationsentwicklung ist auch entlang des Oberrheins zu beobachten (mdl. SCHÖLL), ihre Ursachen konnte jedoch noch nicht geklärt werden. Ein Einfluss von Neozoen auf den Rückgang von *Theodoxus* wird noch diskutiert. Im Rhein bei Basel tritt allerdings weder *Corophium* noch *Dikerogammarus* oder *Corbicula* in Nahrungs- oder Siedlungskonkurrenz mit der Flusskahnschnecke.

Offene Fragen

Wie oben ausgeführt, ist die Beeinflussung ursprünglicher Benthosbiozönosen durch Neozoen im Rhein noch unzureichend erforscht. Eine Abklärung ist jedoch im Sinne der ökologischen Entwicklungsziele des „Aktionsprogramms Rhein" der IKSR und der neuen EU-Wasser-Rahmenrichtlinie erforderlich. Nur so kann eine Bewertung des Phänomens „Neozoen im Rhein" vorgenommen werden.

Eine solche Bewertung ist vor allem in Hinblick auf die zu erwartende Einwanderung weiterer aquatischer Arten (Invertebraten, Fische, Pflanzen), vor allem

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

aus dem Donauraum, schnellstens vorzunehmen. Nicht zu vernachlässigen ist auch die Frage, ob auf diesem Wege auch spezifische Tier- und Pflanzenkrankheiten verbreitet werden.

Im Rahmen unserer Untersuchungskampagne im Sommer 2000 werden wir versuchen, die derzeitigen Ausbreitungsgrenzen der Neozoen durch ein dichtes Netz von Uferproben entlang des Hochrheins noch genauer zu lokalisieren. Das Langzeitmonitoring im Rahmen des „Aktionsprogramms Rhein" wird im Jahr 2005 weitergeführt.

Von Interesse ist weiterhin eine intensive Untersuchung der Populationsschwankungen der Flusskahnschnecke *Theodoxus fluviatilis.*

Schrifttum

BIJ DE VAATE, A. & KLINK, A. (1995): *Dikerogammarus villosus* Sowinksy (Crustacea: Gammaridae) – a new immigrant in the Dutch part of the Lower Rhine. – Lauterbornia **20**, 51–54.

CASPERS, N. (1980): Die Makrozoobenthos-Gesellschaften des Hochrheins bei Bad Säckingen. – Beitr. naturk. Forsch. Südw.-Dtl. 39, 115–142.

DE LATTIN, G. (1967): Grundriss der Zoogeographie. – 386 S., Stuttgart.

DEN HARTOG, C., VAN DEN BRINK, F. & VAN DER VELDE, G. (1992): Why was the invasion of the river Rhine by *Corophium curvispinum* and *Corbicula species* so successful? – Journal of History 26, 1121–1129.

GERLACH, S.A. (1962): Annelida, Ringelwürmer. – In: BROHMER, P., EHRMANN, P. ULMER, G. & SCHIEMENZ, H. (Hrsg.): Die Tierwelt Mitteleuropas, Bd. 1/7a, Leipzig.

GRUNER, H. E. (1966): Isopoda. – In DAHL, F. (Hrsg.): Die Tierwelt Deutschlands, 51/1, 105–108, Jena.

HAAS, G. (1993): Untersuchung der Steinschüttungsfauna des Hessischen Rheingebietes. – Diplomarbeit, Univ. Freiburg.

HAUER, J. (1950): Der nordamerikanische Strudelwurm *Euplanaria tigrina* (Girard) am Oberrhein. Mit Hinweisen auf einige andere aquatile Einwanderer im Stromgebiet des Rheines. – Beitr. naturk. Forsch. Südw.-Dtl. 9, 70–75, Karlsruhe.

HERBST, V. (1956): Deutsche Wasserasseln aus der *Coxalis*-Gruppe (Crustacea Isopoda). – Gewässer und Abwässer 13, 48–78, Krefeld.

HEUSS, F. (1976): Neufunde von *Proasellus coxalis* (Dollfus, 1892) (Crustacea, Isopoda, Asellidae) in Deutschland und der Schweiz. – Gewässer und Abwässer **60/61**, Krefeld.

HOFMANN, J. (1963): Faune des Amphipodes du Grand-Duché de Luxembourg. – Institute Grand-Ducal du Luxembourg, Archives N.S. **29**, 77–128, Luxembourg.

HOLSTEIN, Th. (1995): Cnidaria: Hydrozoa. – In Brauer, Schwoerbel & Zwick (Hrsg.): Süßwasserfauna von Mitteleuropa 1 (2+3), 1–110, Stuttgart.

KINZELBACH, R. (1972): Einschleppung und Einwanderung von Wirbellosen in Ober- und Mittelrhein (Coelenterata, Plathelminthes, Annelida, Crustacea, Mollusca). – Mz. Naturw. Arch. **11**, 109–150 Mainz.

KOTHÉ, P. (1968): *Hypania invalida* (Polychaeta, Sedentaria) und *Jaera sarsi* (Isopoda) erstmals in der deutschen Donau. – Archiv für Hydrobiologie, Suppl. 34, Stuttgart.

KÜRY, D. (1994): Die Wirbellosenfauna der Fließgewässer in der Region Basel. – Verh. Naturf. Ges. Basel **104**, 19–44, Basel.

KÜRY, D. (1998): Grundlagenerhebungen Biotope Kanton Basel-Stadt: Rhein-Fauna. – Unveröff. Manuskript, 31 S., Basel.

KÜRY, D. (2000): Grundlagenerhebungen Biotope Kanton Basel-Stadt: Rhein-Fauna 2. Teil. – Unveröff. Manuskript; 36 S., Basel.

KURECK, A. (1992): Neue Tiere im Rhein. – Naturwissenschaften 79, 533–540.

LUDWIG, H. W. (1989): Tiere unserer Gewässer. – 255 S., München.

ORTLEPP, J. & GERSTER, St. (1998): Literaturstudie über biologische Untersuchungen an der Aare zwischen Bielersee und Rhein. – Bericht im Auftrag der Gewässerschutzfachstellen der Kantone Bern, Solothurn u. Aargau, 60 S.

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

POPESCU-MARINESCU, V. & OAIE, G. (1996): Angaben über die Abundanz und Biomasse der benthischen Wirbellosen in den Stauseen Eisernes Tor I und II. – 31. Konf. d. IAD, Baja – Ungarn 1996, Wiss. Referate, 261–266.

REINHOLD, M. & TITTIZER, T. (1997): Zur Rolle von Schiffen als Vektoren beim Faunenaustausch Rhein/Main/Main-Donau-Kanal/Donau. – Dt. Gewässerkdl. Mitt. 41/5, 199–205.

REY, P., BEUTLER, R., SCHRÖDER, P., STIRNEMANN, P. & THEEG, R. (1992): Koordinierte biologische Untersuchungen im Hochrhein 1990, Teil I: Makroinvertebraten. – Schriftenreihe Umwelt **190**, 127 S., BUWAL Bern.

REY, P. & ORTLEPP, J. (1997): Koordinierte biologische Untersuchungen im Hochrhein 1995; Makroinvertebraten. – Schriftenreihe Umwelt **283**, 115 S., BUWAL Bern.

SCHLEUTER, M. & SCHLEUTER, A. (1995): *Jaera istri* Veuille (Janaridae, Isopoda) aus der Donau erreicht über den Main-Donau-Kanal den Main. – Lauterbornia **19**, 155–159.

SCHMELZ, R. & SCHÖLL, F. (1992): Über die Oligochaetenfauna an der Stromsohle des Rheins. – Lauterbornia **12**, 1–10.

SCHMIDT, W.-D., KAISER, I. & SCHULLER, I. (1998): Zwei Neuankömmlinge aus der Donau – *Hypania invalida* (Polychaeta) und *Jaera istri* (Isopoda) – haben den ganzen Main besiedelt. – Lauterbornia 33, 121–123.

SCHÖLL, F. & BANNING, M. (1996): Erstnachweis von *Jaera istri* (Veuille) (Janiridae, Isopoda) im Rhein. – Lauterbornia 25, 61–62.

SCHÖLL, F. (1996): Das Makrozoobenthos des Rheins 1990–1995. – IKSR B 6/96, 27 S. u. Anhang, Koblenz.

SCHÖLL, F. (1990): Zur Bestandssituation von *Corophium curvispinum* Sars im Rheingebiet. – Lauterbornia **5**, 67–70.

SCHÖLL, F. (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?, 89–93, Petersberg.

SCHÖLL, F., BECKER, C. & TITTIZER, T. (1995): Das Makrozoobenthos des schiffbaren Rheins von Basel bis Emmerich 1986–1995. – Lauterbornia **21**, 115–137.

SCHRÖDER, P. & REY, P. (1991): Fließgewässernetz Rhein und Einzugsgebiet. – IFAH-Sci. Publ. Vol. 1, Konstanz.

SISSEGGER, B. & SCHAEFER, S. (1993): Zur Wiederbesiedlung renaturierter Uferzonen am Bodensee durch Benthosformen, aufgezeigt am Beispiel der Trichopteren (Köcherfliegen). – Berichte der LfU Bad.-Württ. 7 (**Jahresber. 1992**), 231–233, Karlsruhe.

STÖSSEL, F. (1990): Schädigung und Erholung der Makroinvertebraten im schweizerischen Abschnitt des Rheins nach dem Brandfall bei Schweizerhalle (1. Nov. 1986. – Biologie des Rheins, Limnologie aktuell **1**, 277–291, Stuttgart.

STRESEMANN, HANNEMANN, KLAUSNITZER & SENGLAUB (Hrsg.) (1992): Mollusca – Weichtiere. – In Exkursionsfauna von Deutschland **1**, 141–320, Volk u. Wissen, Berlin, 8. Aufl.

TIEFENTHALER, A. (1997): Untersuchung der Dominanzverhältnisse und Populationsstruktur der gebietsfremden Amphipoden-Gattung *Dikerogammarus* im hessischen Main in Verbindung mit populationsgenetischen Untersuchungen des gebietsfremden Amphipoden *Corophium curvispinum* (G.O. Sars 1895) im rhenanischen und danubischen Gewässersystem. – Umweltplanung, Arbeits- u. Umweltschutz **255**, 1–192, Hess. LfU, Wiesbaden.

TITTIZER, T. (1996): Vorkommen und Ausbreitung aquatischer Neozoen (Makrozoobenthos) in den Bundeswasserstraßen. – In: Gebhard et al. (Hrsg.): Gebietsfremde Tierarten – Auswirkungen auf einheimische Arten, Lebensgemeinschaften und Biotope, Situationsanalyse, 49–86.

TITTIZER, T. (1997a): Ausbreitung aquatischer Neozoen (Makrozoobenthos) in den europäischen Wasserstraßen, erläutert am Beispiel des Main-Donau-Kanals. – Schriftenr. d. Bundesamtes f. Wasserwirtschaft, Band 4, 113–134, Wien.

TITTIZER, T. (1997b): Existenzkampf oder friedliche Koexistenz – wie berechtigt ist unsere Angst vor Neozoen? – BfG-Jahresbericht 1997, 72–75, Koblenz.

TITTIZER, T., SCHÖLL, F. & SCHLEUTER, M. (1990): Beitrag zur Struktur und Entwicklungsdynamik der Benthalfauna des Rheins von Basel bis Düsseldorf in den Jahren 1986/1987. – Limnologie aktuell **1**, 293–323, Stuttgart.

TITTIZER, T., BANNING, M. & POTEL, S. (1995): Die Makroinvertebratenbesiedlung des Main-Donau-Kanals. – BfG-Bericht. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz.

TITTIZER, T., BANNING, M. LEUCHS, H. SCHLEUTER, M. & SCHÖLL, F. (1993): Faunenaustausch Rhein/Main - Altmühl/Donau. – DGL-Jahrestagung, Coburg, 383–387.

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

TITTIZER, T., SCHÖLL, F., BANNING, M., HAYBACH, A. & SCHLEUTER, M.: Aquatische Neozoa (Makrozoobenthos) in den Bundeswasserstraßen. – Lauterbornia, im Druck.

TITTIZER, T., SCHÖLL, F., DOMMERMUTH, M., BAETHE, J. & ZIMMER, M. (1991): Zur Bestandsentwicklung des Zoobenthos des Rheins im Verlauf der letzten neun Jahrzehnte. – Wasser u. Abwasser 35, 125–166, Wien.

TOBIAS, W. (1972): Ist der Schlammröhrenwurm *Branchiura sowerbyi* Beddard 1892 (Oligochaeta: Tubificidae) ein tropischer Einwanderer im Untermain? – Natur u. Museum **102/3**, 93–107.

VAN DEN BRINK, F. W. B., VAN DER VELDE, G. & BIJ DE VAATE, A. (1993): Ecological aspects, explosive range extention and impact of mass invader, *Corophium curvispinum* Sars, 1895 (Crustacea: Amphipoda), in the Lower Rhine (The Netherlands). – Oecologia **93**, 224–232.

Abbildungsvorlagen der Abb. 2: aus Bestimmungswerken der „Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane", der „Freshwater Biological Association, Ambleside", der CD „Fische und Krebse der Schweiz", aus ENGELHARDT (1985), RIEDL (1983), KURECK (1992), LUDWIG (1989), GERLACH (1962), HAUER (1950), HOFMANN (1963), HOLSTEIN (1995), STRESEMANN, HANNEMANN, KLAUSNITZER & SENGLAUB (Hrsg.) (1992), TIEFENTHALER (1997), sowie eigene Abbildungen (Hydra 1995).

(Am 18. April 2000 bei der Schriftleitung eingegangen.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1998-2001

Band/Volume: NF_17

Autor(en)/Author(s): Rey Peter, Küry Daniel, Ortlepp Johannes, Weber Birgit

Artikel/Article: Neozoen im Hochrhein und im südlichen Oberrhein (1999) 509-524