




# Wirbellose Neozoen im Bodensee


 Neu eingeschleppte invasive Benthos-Arten  
Monitoringprogramm Bodenseeufer 2004





Landesanstalt für Umweltschutz  
Baden-Württemberg

# Wirbellose Neozoen im Bodensee

 Neu eingeschleppte invasive Benthos-Arten  
Monitoringprogramm Bodenseeufer 2004

- HERAUSGEBER** Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU)  
76157 Karlsruhe, Postfach 21 07 52  
[www.lfu.baden-wuerttemberg.de](http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de)
- BEARBEITUNG** Peter Rey, Fa. Hydra, 78467 Konstanz (Federführung)  
Uta Mürle, Johannes Ortlepp, Fa. Hydra, 75223 Öschelbronn  
Martin Mörtl, Nicole Schleifhacken, Stefan Werner, Limnologisches Institut  
der Universität Konstanz, 78464 Konstanz  
Wolfgang Ostendorp, Arbeitsgruppe Bodenseeufer (AGBU), 78457 Konstanz  
Jörg Ostendorp, Fa. BioData Design, 78457 Konstanz
- REDAKTION** Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg  
Institut für Seenforschung
- BEZUG** Die Broschüre ist kostenlos erhältlich bei der Verlagsauslieferung der LfU,  
JVA Mannheim – Druckerei  
Herzogenriedstraße 111, 68169 Mannheim  
Telefax 0621/398-370  
[bibliothek@lfuka.lfu.bwl.de](mailto:bibliothek@lfuka.lfu.bwl.de)  
sowie als Download unter: [www.lfu.baden-wuerttemberg.de/](http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de/)
- ISSN** 1437-0166
- ISBN** 3-88251-289-X
- STAND** Juli 2005, 1. Auflage
- DRUCK** City-Satz GmbH, 76863 Herxheim  
gedruckt auf Recyclingpapier
- BILDNACHWEIS** Titelfoto: Peter Rey

Nachdruck - auch auszugsweise- ist nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	6
<b>1. EINLEITUNG</b>	7
1.1 Anlass der Untersuchungen im Bodensee	7
1.2 Zielsetzungen	7
1.3 Arbeitsinhalte	7
1.4 Zusammensetzung der Arbeitsgruppe, Zuständigkeiten	8
<b>2. PRINZIPIELLE ÜBERLEGUNGEN ZUR NEOZOENAUSBREITUNG</b>	9
2.1 Was sind Neozoen?	9
2.2 Neozoen im Bodensee	9
2.3 Mögliche Einschleppungs- und Verbreitungswege	12
<b>3. DIKEROGAMMARUS UND CORBICULA IM BODENSEE</b>	15
3.1 Einleitung	15
3.2 Methodik	16
3.3 Ergebnisse	19
3.3.1 Dikerogammarus villosus	19
3.3.2 Corbicula Fluminea	24
3.3.3 Benthosbiozönosen	26
3.4 Diskussion	27
3.4.1 Methodendiskussion	27
3.4.2 Ergebnisdiskussion	28
3.5 Zusammenfassung	30
<b>4. VORARBEITEN ZUR EINRICHTUNG EINER NEOZOEN-DATENBANK</b>	31
4.1 Digitale Neozoen-Datenbank im Internet	31
4.2 Kurzbeschreibung der Neozoen-Datenbank Bodensee	31
<b>5. INFORMATIONSNETZ UND KOOPERATIONSPARTNER</b>	33
5.1 Weitere aktuelle Informationen und offene Fragen	33
5.2 Kooperationspartner	35
<b>6. VORSCHLÄGE ZUR INFORMATION DER ÖFFENTLICHKEIT</b>	36
6.1 Wichtige Zielgruppen	36
6.2 Steckbriefe neu eingeschleppter wirbelloser Neozoen	36
<b>LITERATUR</b>	40
<b>ANHANG 1: Ergebnisse der Rasterprobenahmen</b>	41
<b>ANHANG 2: Liste der Rasterprobestellen</b>	43

# Zusammenfassung

Der Große Höckerflohkrebs *Dikerogammarus villosus* und die Körbchenmuschel *Corbicula fluminea* zeigen in den Bundeswasserstraßen Rhein, Main, Donau, Neckar und Mosel seit Mitte der 1990er Jahre invasorische Ausbreitungstendenzen. Beide Arten wurden nun auch im Bodensee nachgewiesen. Zwischen Juni und November 2004 wurde ihre Ausbreitung im Rahmen des vorliegenden Untersuchungsprogramms dokumentiert.

Mit Hilfe eines dichten Probestellennetzes konnten die aktuellen Verbreitungsgrenzen der beiden Arten unterschiedlich genau abgegrenzt werden. Durch flächenbezogene Proben und Proben aus verschiedenen Wassertiefen wurden Informationen über ihre relative Besiedlungsdichte und Biomasse gewonnen. Die Proben von Uferabschnitten außerhalb der aktuellen Verbreitung der beiden Arten lieferten Referenzdaten zur Zusammensetzung der bisherigen Benthosbiozönose.

Die Überprüfung (Screening) bisher noch nicht bearbeiteter Proben von Dauerbeobachtungsstellen des Limnologischen Instituts der Universität Konstanz erbrachte, dass *Dikerogammarus villosus* bereits im Oktober 2002 bei Immenstaad am nördlichen Bodenseeufer mit wenigen Exemplaren vorkam. Auf der Westseite des Überlingersees (Wallhausen) wurde *Dikerogammarus* in Uferproben seit August 2003 nachgewiesen; hier wurde er jedoch bereits seit Februar 2003 lokal beobachtet.

*Dikerogammarus* breitete sich seither über den gesamten nordwestlichen Teil des Bodensees aus. Seine westliche Ausbreitungsgrenze lag im November 2004 im Konstanzer Trichter oberhalb des Seerheins. Seit Februar 2004 zeigte diese Krebspopulation eine Arealvergrößerung von rund 4 km Uferlänge. Seine nordöstliche Verbreitungsgrenze liegt bei Langengen, möglicherweise handelt es sich hier um eine zweite Inizialpopulation. *Dikerogammarus* zeigte innerhalb seiner Verbreitungsgrenzen eine auffällige Habitatkonkurrenz gegenüber anderen Benthosorganismen, vor allem gegenüber der bisher im See dominierenden Flohkrebsart *Gammarus roeseli*. Die durchschnittlichen Besiedlungsdichten von *Dikerogammarus* liegen zwar bisher unter denen der zuvor an gleicher Stelle siedelnden *G. roeseli*; auf geeignetem Substrat zeigte jedoch auch *Dikerogammarus* Massenvorkommen mit über 2000 Individuen/m<sup>2</sup>.

*Corbicula fluminea* besiedelte im September 2004 am vorarlbergischen Rohrspitz einen Flachwasserbereich von rund 5 km Länge. Die Art kommt im ganzen Bodensee bisher nur in diesem Bereich vor und zeigt dort ohne ihre mindestens ebenso häufigen Individuen < 2mm zu berücksichtigen, maximale Besiedlungsdichten von rund 600 Individuen/m<sup>2</sup>.

Eine im Rahmen des vorliegenden Programms konzipierte Datenbankstruktur dient künftig dazu, recherchierte, aktuelle und gesammelte Informationen zur Neozoenausbreitung - auch über regionale Grenzen hinweg - zentral zusammenzustellen und mit Hilfe eines geografischen Informationssystems darzustellen.

Mit dem Untersuchungsprogramm sollte die Grundlage für Langzeitbeobachtungen invasorischer Neozoen im Bodensee und seinem Einzugsgebiet bereitgestellt werden. Neben den Benthosuntersuchungen am Bodenseeufer wurde auch begonnen, weitere Informationen über Bodensee-Neozoen zusammen zu stellen. Ein Informationsaustausch erfolgt seither mit allen namhaften Forschungsinstitutionen und Gewässerschutzfachstellen am Bodensee und in seinem Einzugsgebiet.

# 1 Einleitung

PETER REY, HYDRA BÜRO KONSTANZ

## 1.1 ANLASS DER UNTERSUCHUNGEN IM BODENSEE

Bei routinemäßigen Untersuchungen des Zoobenthos im Bodensee während des extremen Niedrigwasserstandes 2003 konnten die bisher aus dem Bodensee nicht bekannte Flohkrebs-Art *Dikerogammarus villosus* [MÜRLE et. al 2003] und die Körbchenmuschel *Corbicula fluminea* [WERNER & MÖRTL, 2003] nachgewiesen werden. Nach Erfahrungen mit der Ausbreitung dieser Arten und anderer Neozoen im Gebiet des Ober- und Hochrheins [REY et al. 2004] ist zu erwarten, dass auch am Bodensee entsprechend invasorische Besiedlungen ablaufen könnten und zukünftig die Zahl der in den Bodensee und sein Einzugsgebiet eindringenden gebietsfremden Wirbellosen-Arten ansteigt. Die Folge wäre eine wesentliche Veränderung der benthischen Besiedlung des Bodensee-Litorals, wie sie bereits durch die Ausbreitung der Dreikantmuschel *Dreissena polymorpha* vor rund 30 Jahren abgelaufen ist.

In ihrer Expertensitzung vom 3. Nov. 2003 empfahl die IKSR (Internationale Kommission zum Schutz des Rheins), die weitere Entwicklung der sich neu im Bodensee und seinem Einzugsgebiet ausbreitenden Arten im Rahmen eines Monitoringprogramms zu beobachten. Dieser Empfehlung schlossen sich die LfU Karlsruhe, das Institut für Seenforschung Langenargen der LfU Baden-Württemberg, das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL (Schweiz) und Gewässerschutzfachstellen aus Bayern, der Schweiz, Österreich und Liechtenstein an.

Mit der Auftragserteilung seitens der LfU wurde ein als Langzeitmonitoring konzipiertes Programm zunächst für das Untersuchungsjahr 2004 bewilligt. Der Auftrag erging an eine Arbeitsgruppe aus Fachexperten des Limnologischen Instituts der Universität Konstanz, der Arbeitsgruppe Bodenseeufer (AGBU) und der HYDRA-Institute Konstanz und Öschelbronn.

## 1.2 ZIELSETZUNGEN

Das Programm 2004 sollte die Basis für eine gezielte Fortführung und Erweiterung der Beobachtungen zur

Neozoenausbreitung im Bodensee und seinem Einzugsgebiet bilden. Etappenziele für 2004 waren es,

1. den Zeitpunkt der Einschleppung der o.g. Neozoen so genau wie möglich zu rekonstruieren, um die neu erfassten Daten zur Ausbreitung von *Dikerogammarus* und *Corbicula* entsprechend einordnen zu können;
2. in den bereits von *Dikerogammarus* und *Corbicula* besiedelten Bereichen flächenbezogene Daten über die Neozoen und die angestammte (autochthone) Benthosfauna zu erfassen;
3. ebenfalls flächenbezogene Referenzdaten aus Uferabschnitten zu erheben, die von *Dikerogammarus* und *Corbicula* noch nicht erreicht worden sind. Die Kenntnis über die Referenzbesiedlung sollte dabei der Start einer Zeitreihe sein, an der später der Einfluss dieser oder weiterer invasorischer Neozoen auf die angestammten Benthosbiozöten abgeschätzt werden kann;
4. mittels qualitativer Proben (mit grober Abschätzung der Besiedlungsdichten) den aktuellen Ausbreitungshorizont von *Dikerogammarus* und *Corbicula* regelmäßig zu verfolgen.

## 1.3 ARBEITSINHALTE

Voraussetzung für die Erreichung dieser Etappenziele war es, folgende Planungsschritte und Arbeiten durchzuführen:

- Erarbeitung eines Erhebungsbogens: Festlegung der ökologisch relevanten Informationen, EDV-Verarbeitbarkeit, GIS-Fähigkeit, Angaben zur Methodik;
- Auswahl eines Probestellenrasters (28 Probenahmestellen am gesamten Bodenseeufer) für ein Langzeitmonitoring;
- Probenahmen an den Rasterprobestellen (je einmal in 2004);
- Lokalisierung der aktuellen Ausbreitung von *Dikerogammarus* und *Corbicula*;
- Probenahmen an den Ausbreitungsgrenzen (je nach Ausbreitungsgeschwindigkeit 2-malig bis wöchentlich);

- Screening der 2001 bis 2004 bereits gesicherten quantitativen Benthosproben an drei Dauerbeobachtungsstellen;
- Intensivprobenahme (quantitativ, verschiedene Tiefenstufen) mittels Tauchereinsatz im Bereich des Vorkommens von *Corbicula fluminea*;
- Planung und Vorbereitung einer Neozoen-Datenbank;
- Kontaktaufnahme und Informationsaustausch mit Fachstellen und einem Personenkreis, der sich regelmäßig am Bodensee-Ufer aufhält (Personen der Wasserwirtschafts- und Naturschutzverwaltungen, Fischer etc., anderer Forschungsprojekte);
- Koordination und Erfassung weiterer Beobachtungen;
- Entwurf geeigneten Informations- und Bestimmungsmaterials für Fachstellen, Umweltschutzverbände, Vereine, Seennutzer und Interessierte;
- Berichterstattung (Rechenschaftsbericht)

#### **1.4 ZUSAMMENSETZUNG DER ARBEITSGRUPPE, ZUSTÄNDIGKEITEN**

Auftragnehmer (verantwortlich im Sinne der vertraglichen Vereinbarungen) und Berichterstatter ist P. Rey, Büro HYDRA, Konstanz.

Die Arbeitsgruppe setzt sich zusammen aus dem Büro HYDRA, vertreten durch P. Rey, der Arbeitsgruppe Bodenseeufer (AGBU) e.V., vertreten durch PD Dr. W. Ostendorp und dem Limnologischen Institut der Universität Konstanz, vertreten durch Prof. Dr. K.O. Rothhaupt. Die Arbeiten wurden von Dipl.-Biol. Dr. M. Mörtl., Dipl.-Biol. N. Scheifhacken, Dipl.-Biol. J. Ortlepp, Dipl.-Geoök. Uta Mürle, PD Dr. W. Ostendorp, Dipl.-Biol. J. Ostendorp, P. Rey und Dipl.-Biol. St. Werner durchgeführt. In die Untersuchungen 2004 bereits mit einbezogen wurden: die Abt. Fischökologie des Limnologischen Instituts der Universität Konstanz (Prof. Dr. R. Eckmann), Dipl.-Ing. G. Hutter (Umweltinstitut des Landes Vorarlberg) sowie Experten des „Arbeitskreises aquatische Neozoen (AkaN)“ bei der LfU Karlsruhe.

Im Verlauf des Programms lieferten weitere Fachstellen themenbezogene Informationen: Das Amt für Jagd und Fischerei St. Gallen (Dr. G. Ackermann, M. Kugler), das Amt für Umweltschutz St. Gallen (M. Eugster), das Landesfischerzentrum Vorarlberg (B. Wagner, A. Lunardon) sowie das Amt für Umweltschutz Liechtenstein (T. Kindle).

# 2 Prinzipielle Überlegungen zur Neozoenausbreitung

PETER REY, HYDRA BÜRO KONSTANZ

## 2.1 WAS SIND NEOZOEN?

Entnommen aus REY, P., ORTLEPP, J. & D. KÜRY [2004]: Wirbellose Neozoen im Hochrhein - Ausbreitung und ökologische Bedeutung, Schriftenreihe Umwelt des Bundesamts für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.

*„Neozoen sind Tierarten, die seit Beginn der Neuzeit (1492) vorsätzlich oder unbeabsichtigt unter direkter oder indirekter Mitwirkung des Menschen in ein ihnen zuvor nicht zugängliches Faunengebiet gelangt sind und dort potenziell neue Populationen aufbauen können“.*

Mit dieser heute gültigen Definition beschreibt Kinzelbach [1972, 1978] ein Phänomen, das zu einem globalen ökologischen Problem ausgewachsen ist und neben dem Artensterben als bedeutendste Veränderung der Artenvielfalt angesehen werden muss [KINZELBACH 2003]. Neozoen tauchen auf allen Kontinenten auf, wo der Mensch bewusst ortsfremde Tierarten zu Zuchtzwecken, zur Regulierung anderer Arten oder zum Ersatz für verschwundene Arten eingeführt hat. Neue Tierarten werden aber auch unbeabsichtigt oder fahrlässig per Schiff, durch Aquarienabwasser und Tiertransporte, per Flugzeug, im Auto, am und im Körper sowie an der Kleidung und im Gepäck über ihre natürlichen geographischen Grenzen hinaus verschleppt.

Neozoen finden sich in fast allen Lebensräumen, in besonderem Maße jedoch in Gewässern. Die Globalisierung der Gewässerfauna erfolgt durch den weltweiten Ausbau der Wasserwege. Vor allem anspruchslose *Generalisten* unter den Neozoen können die vom Menschen verursachten Veränderungen der Lebensräume oder anderer Randbedingungen zu ihrem Vorteil nutzen. Im Süßwasser sind vor allem die Ästuarie, die großen Flüsse und Schifffahrtswege betroffen [THIENEMANN 1950, KINZELBACH 1972,

1995; KURECK 1992]. In den mitteleuropäischen Binnengewässern sind mittlerweile über 50 nichtheimische wirbellose Tierarten registriert [TITTIZER 2003], mehrere Arten haben bereits stabile und umfangreiche Freilandpopulationen aufgebaut.

Bei der Einwanderung von Neozoen in neue Faunengebiete können verschiedene aufeinander folgende Phasen unterschieden werden (Abb. 2.1.1). Bei dieser Betrachtung erscheint es sinnvoll, bereits erste Ursachenanalysen und Überlegungen zu allfälligen Gegenmaßnahmen aufzuführen, die in der Gewässerschutzpraxis untrennbar mit diesem Phänomen verbunden sind. Am Schema wird deutlich, in welcher Phase welche Fragen gestellt und Maßnahmen ergriffen werden könnten, um sowohl ökologische als auch ökonomische Schäden zu begrenzen, die durch Neozoen mit invasiver Verbreitung entstehen können.

## 2.2 NEOZOEN IM BODENSEE

Über die Einwanderung und die Ausbreitung von Neozoen in mitteleuropäischen Stillgewässern und großen Seen ist nur wenig bekannt. Die Kenntnis über das Vorkommen von Fisch- und Wirbellosenarten unter den Neozoen ist oft zufälligen Funden zu verdanken, die im Rahmen von Programmen zur Gewässerüberwachung, bei fischereilichen Untersuchungen oder durch interessierte Fachexperten und Berufsfischer gemacht wurden.

Je häufiger das Neozoon ist, und je auffälliger es sich von einheimischen Arten abhebt, desto früher wird es in der Regel entdeckt und sein Vorkommen auch in der Öffentlichkeit diskutiert. Hierzu einige Beispiele aus dem Bodensee:



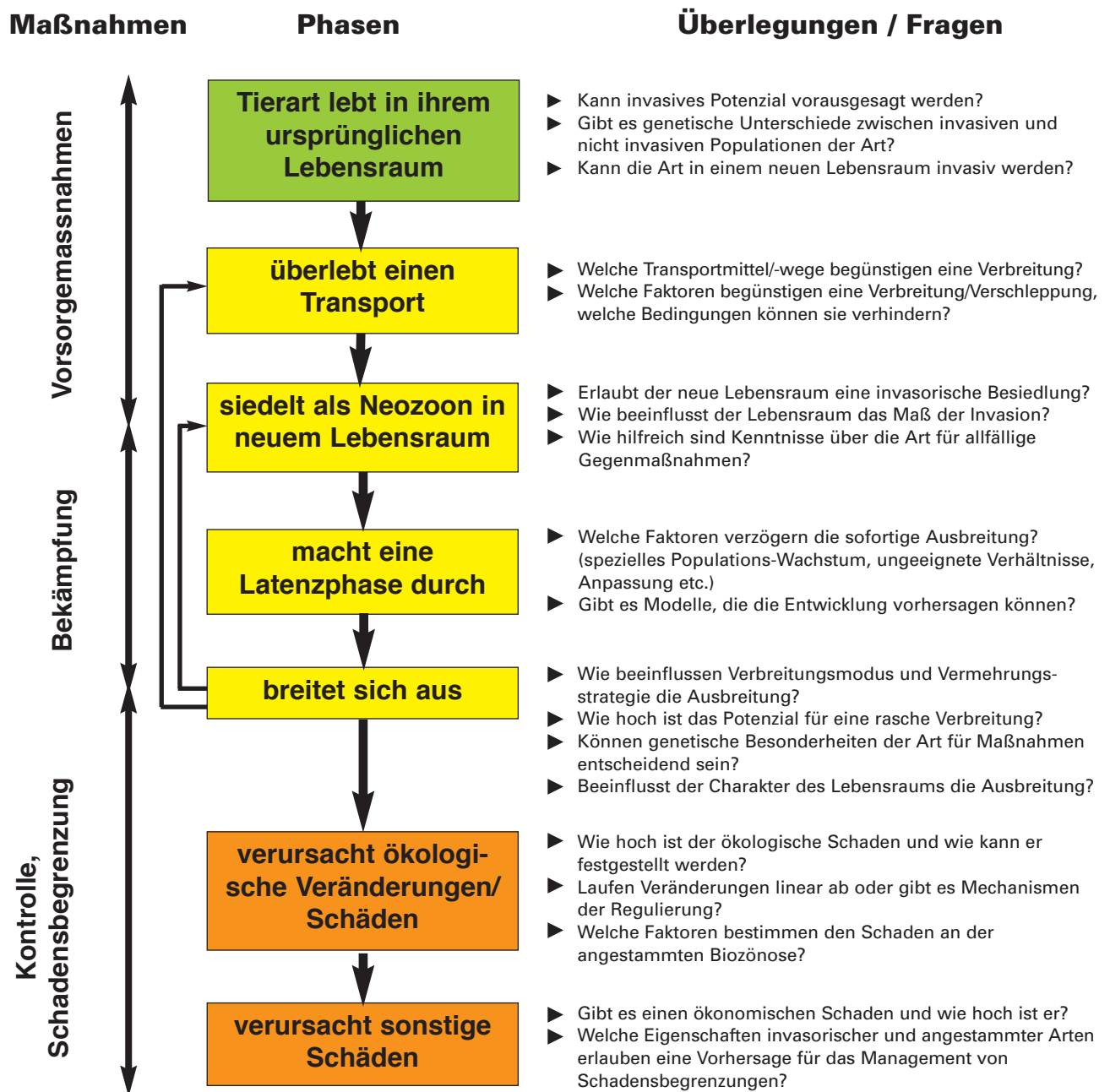


Abb. 2.1.1: Phasen der Einschleppung/Verbreitung von Neozoen sowie korrespondierende Fragen und Zeitabschnitte für mögliche Gegenmaßnahmen (nach SAKAI et al. 2001, verändert)

Das bislang bekannteste invasorische Neozoon im Bodensee ist die Dreikantmuschel (Wandermuschel, Zebarmuschel) *Dreissena polymorpha* (Abb. 2.2.1). Ende der 1960er Jahre wurde befürchtet, dass sie Ausleitungs- und Wasseransaugrohre am Bodensee verstopft und dadurch hohe Kosten verursacht. Heute ist sie als wichtige Nahrung für Wasservögel (Abb. 2.2.2) und ihre Populationsdichten haben sich auf einem hohen Niveau eingeregelt [WERNER 2004]. Es ist jedoch unbekannt, wann genau die Art im Bodensee das erste Mal aufgetaucht ist und in welchem Maße sie Mitte der 1960er Jahre die Gewässerbiozönosen des Sees beeinflusst hat (Referenzdaten fehlen). Auch gibt es lediglich

Indizien dafür, dass die Wandermuschel für den Rückgang der Großmuscheln (Unioniden) verantwortlich war (Abb. 2.2.3); der Prozess wurde nicht beobachtet, während er abgelaufen ist.

Zunächst durch Berufsfischer, dann auch seitens der Fischereifachstellen wurde die Ausbreitung neozoischer Großkrebse (Kamberkreb (Abb. 2.2.5), Galizischer Sumpfkreb (Abb. 2.2.4), und Signalkreb (Abb. 2.2.6)) im Bodensee und seinen Zuflüssen vermeldet. Erst in jüngster Zeit wurde auch dies als mögliches Problem für die Biozönosen des Bodenseelitorals (Fische und Wirbellose)



Abb. 2.2.1: *Dreissena polymorpha*, die Dreikantmuschel. Foto: Rey



Abb. 2.2.2: Tauchenten weiden Dreikantmuscheln bis auf über 8 m Tiefe ab. Foto: Rey



Abb. 2.2.3: Von *Dreissena* überwachsene Teichmuschel (*Anodonta spec.*). Foto: Mürle



Abb. 2.2.4: Galizischer Sumpfkrebs, *Astacus leptodactylus*. Foto: Rey



Abb. 2.2.5: Kamberkrebs, *Orconectes limosus*. Foto: Becker



Abb. 2.2.6: Signalkrebs, *Pacifasciatus leniusculus*. Foto: Hutter

erkannt. Entsprechende Untersuchungsprogramme stehen jedoch noch aus.

Unter den neozoischen Fischarten im Bodensee wurde der sich seit Ende der 1980er Jahre rasch vermehrende Kaulbarsch (Abb. 2.2.7) schon bald hinsichtlich seines Konkurrenzverhaltens und seiner Nahrungswahl untersucht [ECKMANN et al, in Vorb.]. Von Fischern werden immer wieder Zufallsfänge eingeschleppter Arten (z. B. Sonnenbarsch (Abb. 2.2.9), Blaubandbärbling, Stör (Abb. 2.2.12), Katzenwels) gemeldet. Daten aus der Fußacher Bucht

2003/2004 [REY, WAGNER, mdl.] deuten darauf hin, dass sich der ebenfalls regionsfremde Giebel (*Carassius auratus gibelio*) und seine Zuchtform, der Goldfisch (Abb. 2.2.8), zumindest hier im Vergleich zu den Vorjahren deutlich ausbreitet und lokale Massenaufkommen zeigt. Die ursprünglich im See oder seinem Einzugsgebiet zur Bewirtschaftung eingesetzten Fischarten Regenbogenforelle (Abb. 2.2.11) und Zander (Abb. 2.2.10) zeigen schon seit langem stabile, sich selbst erhaltende Populationen. Ob und wieviele weitere neozoische Fischarten im Bodensee leben und welche davon sich reproduzieren können, ist nicht gänzlich geklärt.



Abb. 2.2.7: Kaulbarsch, *Gymnocephalus cernuus*. Foto: Rey



Abb. 2.2.8: Goldfisch (*Carassius auratus auratus*), Zuchtform des Giebels. Foto: Rey



Abb. 2.2.9: Sonnenbarsch, *Lepomis gibbosus*. Foto: Rey



Abb. 2.2.10: Zander, *Sander lucioperca*. Foto: Becker



Abb. 2.2.11: Regenbogenforelle, *Oncorhynchus mykiss*. Foto: Rey

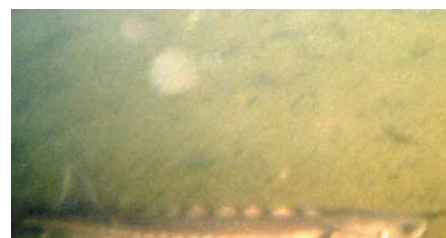


Abb. 2.2.12: Zufallsaufnahme aus dem Überlingersee - ein Stör (*Acipenser sp.*). Foto: Sulger

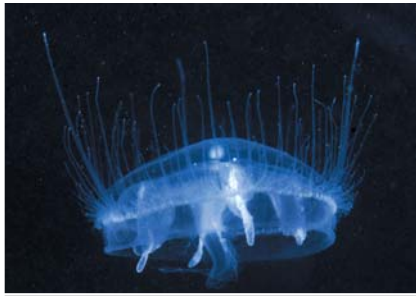


Abb. 2.2.13: Süßwasserqualle, *Craspedacusta sowerbyi*. Foto: G. Maier



Abb. 2.2.14: Großer Höckerflohkrebs *Dikerogammarus villosus*. Foto: Rey



Abb. 2.2.15: Grobgerippte Körbchenmuschel *Corbicula fluminea*. Foto: Rey

Vor allem in den östlichen Teilen des Bodensees konnten im heißen Sommer 2003 lokal ganze Schwärme der neozoischen Süßwasserqualle *Craspedacusta sowerbyi* (Abb. 2.2.13) beobachtet werden [HUTTER, WAGNER, mdl.]. Diese Art wurde zwar schon zuvor im See nachgewiesen, noch nie jedoch in einer so großräumigen und dichten Verbreitung.

Die im gleichen Jahr gemachten Entdeckungen von *Dikerogammarus* (Abb. 2.2.14) und *Corbicula* (Abb. 2.2.15) sind nur weitere Bausteine im Prozess fortschreitender Neozoenausbreitung im Bodensee. Auf Grund seiner breiten ökologischen Valenz [TITTIZER 1996] und seiner räuberischen Lebensweise (Maier 2004) ändert sich zumindest im Falle von *Dikerogammarus* die Qualität dieses Prozesses. Benthosexperten am Rhein [IKSR 2004] vermuten, dass *Dikerogammarus* für die fortschreitende Verarmung der Benthosbiozönose im Ober-, Mittel und vor allem Niederrhein verantwortlich ist. Die aktuellen Beobachtung im Rahmen des vorliegenden Projekts stützen diese Einschätzung.

Nachweise neozoischer Benthos- und Fischarten des Bodensees sind in der Tabelle 2.2.1 zusammengefasst. Weitere Arten, die zwar als ursprünglich gebietsfremd eingestuft werden, aber aus benachbarten Gewässersystemen stammen, wie der Flohkrebs *Gammarus roeseli*, sind dabei nicht aufgeführt.

### 2.3 MÖGLICHE EINSCHLEPPUNGS- UND VERBREITUNGSWEGE

#### SCHIFFE

Ein bekanntes Transportmittel für Neozoen zwischen entfernten zoogeografischen Regionen sind alle Schiffe mit größerem Aktionsradius. In ihren wassergefüllten Räumen (z. B. Bilgenwasser, Ballastwasser), an ihrer Außenhaut und in Wasserfiltern können große Mengen wirbelloser Organis-

men verschiedener Entwicklungsstadien transportiert werden, so dass sich am Zielort neue Populationen entwickeln können [z. B. REINHOLD, M. & T. TITTIZER 1997].

Der Bodensee ist auf dem Wasserwege zwar nicht erreichbar, eine Neozoen einschleppung kann jedoch auch durch so genannte Wanderboote erfolgen, die auf dem Landweg zum Teil über Hunderte von Kilometern verfrachtet werden. Sie sind die wahrscheinliche Ursache für die Einschleppung von *Dreissena* in die Voralpenseen. Prinzipiell können an und in ihnen (nicht gelenktes Wasser) trockenresistente Organismen (Muscheln, Schnecken, Eier verschiedener Arten) transportiert werden [REY et al. 2004]. Zu den Wanderbooten, die Neozoen in den Bodensee verschleppen könnten, zählen möglicherweise auch Regattaboote, die zu Hunderten alljährlich in den Bodensee und von hier aus in weitere Seen gelangen.

Bisher nicht weiter untersucht wurde die Möglichkeit, dass Neozoen auch im Kies- und Baggergut innerhalb der jeweiligen Gewässer transportiert werden können. Entsprechende Verschleppungswege stehen vor allem auch Neozoen (z. B. *Corbicula*) auf dem Bodensee offen.

#### WASSERVÖGEL UND WANDERFISCHE

Vor allem in den Wintermonaten sind große Mengen Wasservögel am Hochrhein und zwischen Rhein und Bodensee unterwegs, um die Bänke der Wandermuscheln abzuweiden. Es wurde noch nicht untersucht, ob einige dieser Muscheln den Darmtrakt mit dem Kot auch unbeschadet wieder verlassen können. Es wird aber angenommen [TITTIZER 1997], dass sie als Veliger-Larven im Gefieder der Vögel mitfliegen können. Dies könnte auch für die mögliche Verbreitung von *Corbicula*-Larven zutreffen. Nahezu sicher ist dagegen, dass sich die Veliger-Larven von *Dreissena* und *Corbicula* auch auf der Schleimhaut größerer Fische festsetzen



Tabelle 2.2.1: Liste der bisher im Bodensee nachgewiesenen neozoischen Wirbellosen- und Fischarten.

Quellen: Dußling, U. & Berg, R., 2001; Dönni, W. & Freyhof, J. 2002; Rey, P., Ortlepp, J. & Küry, D. 2004; Mürle, U., Becker, A. & Rey, P. 2003, Werner, S. & Mörtl, M. 2003.

Taxon, Art	Deutscher Name	Vorkommen	Besonderheiten	Herkunft
<b>A) Wirbellose</b>				
<b>Coelenterata (Hohltiere)</b>				
<i>Craspedacusta sowerbyi</i>	Süßwasserqualle	Rhein, Baggerseen	temporäre Massenentwicklung	Ostasien
<b>Turbellaria (Strudelwürmer)</b>				
<i>Dugesia tigrina</i>	Gefleckter Strudelwurm, Tigerplanarie	verbreitet in Mitteleuropa	euryök, wärmeliebend	Nordamerika
<b>Annelida (Ringelwürmer)</b>				
<i>Branchiura sowerbyi</i>	Kiemewurm	Rhein, Main, Neckar, Aare,	wärmeliebend, pelophil	Südasien
<b>Mollusca (Weichtiere)</b>				
<i>Physella acuta</i>	Spitze Blasenschnecke	verbreitet in Mitteleuropa	euryök	Südwesteuropa
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Neuseeländische Zwergdeckelschnecke	verbreitet in Mitteleuropa	salztolerant, lithophil	Neuseeland
<i>Viviparus ater</i>	Sumpfschnecke	verbreitet in Mitteleuropa, häufig in Nordalpenseen	pelophil, phytophil	Südalpen
<i>Gyraulus parvus</i>	Amerikanisches Posthörnchen	südlich der Mittelgebirge verbreitet	lithophil	Nordamerika
<i>Corbicula fluminea</i>	Grobgerippte Körbchenmuschel, Flusskörbchenmuschel	Rhein, Main, Neckar, Mosel, Neuenburgersee, Genfersee	salztolerant, psammophil, wärmeliebend, invasorisch	Asien, Nordamerika
<i>Dreissena polymorpha</i>	Wandermuschel, Zebrauschel, Dreikantmuschel	verbreitet in Mitteleuropa; Rhein, Main, Neckar, Aare, Mosel, Seen im EZG der Aare Genfersee	lithophil, euryök, sessil, invasorisch	Pontokaspis
<b>Crustacea (Krebstiere)</b>				
<i>Astacus leptodactylus</i>	Sumpfkrebs	Rhein	Räuber, Aasfresser	Südeuropa
<i>Dikerogammarus villosus</i>	Großer Höckerflohkrebs	Rhein	Räuber, euryök, invasorisch	Pontokaspis
<i>Eriocheir sinensis</i>	Wollhandkrabbe	Rhein bis Höhe Karlsruhe	keine Reproduktion im Süßwasser	Ostasien
<i>Orconectes limosus</i>	Kambarkrebs	Rhein, Aare, grosse Rheinzuflüsse	Räuber, euryök, invasorisch	Nordamerika
<i>Pacifasciatus leniusculus</i>	Signalkrebs	Rhein, vereinz. Rheinzufl.	Räuber, euryök, invasorisch?	Nordamerika
<b>B) Fische</b>				
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Regenbogenforelle	verbreitet in Mitteleuropa, seit 1901 im Bodensee	Räuber	Nordwestamerika
<i>Salvelinus fontinalis</i>	Bachsaibling	Seit ca. 1870 in Europa	Räuber	Nordamerika
<i>Carassius auratus gibelio</i>	Gibel	Seit ca. 1730 in Mitteleuropa verwildert	Pflanzenfresser	östl. Mitteleuropa
<i>Carassius auratus auratus</i>	Goldfisch	Seit etwa dem 16. Jh in Mitteleuropa bekannt	wahrscheinlich Zuchtform des Gibels	Ostasien
<i>Pseudorasbora parva</i>	Blaubandbärbling	Rhein, Donau, Thur, Töss	Pflanzenfresser	Südostasien
<i>Sander lucioperca</i>	Zander	1882 im See eingesetzt, verbreitet in Mitteleuropa	Räuber	Osteuropa
<i>Gymnocephalus cernuus</i>	Kaulbarsch	In Mittel- und Osteuropa verbreitet	Zoobenthos-/ Planktonfresser	Osteuropa
<i>Lepomis gibbosus</i>	Sonnenbarsch	Seit ca. 1890 Teichfische ins Freiland entkommen	Zoobenthos-/ Planktonfresser	Nordamerika
<i>Ameiurus cf. nebulosus</i>	Brauner Zwerg-/Katzenwels	Zürich-/Genfersee, Rhein	Allesfresser	Nordamerika
<i>Hypophthalmichthys spp.</i>	Silber-, Marmorkarpfen	Vorkommen nicht sicher, Besatzversuche Schweiz	Phytoplanktonfresser	Asien
<i>Acipenser spp.</i>	Stör, Sterlet	vereinzelt	Räuber	diverse, Pontokaspis
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Graskarpfen	Seit etwa 1960 in Mitteleuropa ausgesetzt	Pflanzenfresser	Ostasien

und auf diese Weise Phoresie praktizieren, allerdings nur innerhalb der von Fischen erreichbaren Bereiche.

#### FISCHBESATZ

Auch Fischbesatz kann eine Rolle bei der Verschleppung von Neozoen spielen. In Fischbehältern werden nach eigenen Beobachtungen auch regelmäßig Benthosorganismen mittransportiert.

Wenn sie den Transport überleben, könnten sie sich am neuen Besatzort auch vermehren. Entsprechende Auflagen in den Ländern und Kantonen des Bodensees sollen diese Gefahr weitestgehend eliminieren.

#### AQUARISTIK

Schon lange ist bekannt, dass Aquarienabwässer - direkt ins freie Wasser entsorgt oder über die Kanalisation - eine der Hauptquellen für die Einschleppung von Neozoen darstellen. In den letzten Jahren werden Süßwasserkrebse und -mollusken bei Aquarienfreunden immer beliebter.

Noch kann sich wahrscheinlich nur ein kleiner Teil der in Umlauf kommenden Krebs- und Molluskenarten auch in unseren Gewässern fortpflanzen. Für viele dieser



Abb. 2.3.1: Krebsaquarium auf der „Aquafisch“ in Friedrichshafen, Foto: Rey

Arten sind die Wassertemperaturen unserer Gewässer für eine dauerhafte Etablierung möglicherweise ungeeignet. Allerdings sind die Temperaturtoleranzen oder Anpassungsfähigkeiten zahlreicher Arten noch nicht eingehend erforscht.

#### TEICHANLAGEN

Eine weitere Neozoenquelle stellen Teichanlagen im Bereich des Hochrhein- und des Bodensee-Einzugsgebiets dar.

In einigen dieser Teiche wurden Signalkrebse eingesetzt, die sich seither auch in unterhalb liegenden Fließgewässern und Kanälen vermehren (Peter, mdl.). Ähnlich lokale Verbreitung zeigt der Rote Sumpfkrebs (*Procambarus clarkii*) im Hochrhein-Einzugsgebiet [FRUTIGER & MÜLLER 2002].

#### SONSTIGE EINSCHLEPPUNGS-/ÜBERTRAGUNGSQUELLEN

Auch durch unzureichend gereinigte Angelausrüstung (Kescher, Watstiefel, Hälterungsnetze u.a.) ist eine Verbreitung neozoischer Wirbelloser theoretisch möglich. Insbesondere kann so auch der Krebspesterreger *Aphanomyces astaci* in neue Gewässer eingeschleppt werden [HUTTER, mdl.].

# 3 *Dikerogammarus villosus* (Crustacea: Amphipoda) und *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Veneroidea) im Bodensee

MARTIN MÖRTL<sup>1</sup>, UTA MÜRLE<sup>2</sup>; JOHANNES ORTLEPP<sup>2</sup>, PETER REY<sup>3</sup>, NICOLE SCHEIFHACKEN<sup>1</sup>, STEFAN WERNER<sup>1</sup>

## 3.1 EINLEITUNG

### ANLASS DER UNTERSUCHUNG

Im August 2003 wurde bei orientierenden Benthosprobenahmen am nordwestlichen Bodenseeufer (Überlingersee) zum ersten Mal *Dikerogammarus villosus* im Bodensee gefunden [MÜRLE et al. 2004]. Nur einen Monat später, im September 2003, wurde im Vorarlberger Rheindelta (östlicher Obersee) die Grobgerippte Körbchenmuschel (*Corbicula fluminea*) entdeckt [WERNER & MÖRTL 2004]. Auf Grund der Häufigkeit der beiden Arten an den Fundstellen und ihrer aus anderen Gewässern bekannten expansiven Ausbreitung [z.B. REY et al. 2004] wurde umgehend ein Programm erarbeitet, das

- den Zustand der noch unbeeinflussten Biozöosen des Bodenseeufer festhalten,
- die Verbreitung und Ausbreitung der beiden neuen Arten dokumentieren und
- deren Einfluss auf die Biozöosen beschreiben sollte.

Seit Sommer 2004 werden im Auftrag der LfU koordinierte Untersuchungen durch das Limnologische Institut der Universität Konstanz, die Hydra Büros Konstanz und Öschelbronn sowie die Arbeitsgruppe Bodenseeufer durchgeführt.

### ANGABEN ZU DEN ARTEN

*Dikerogammarus villosus* ist ein invasiver Amphipode, der sich seit dem letzten Jahrzehnt, aus dem Schwarzmeerbereich kommend, über Donau und Rhein-Main-Donau-

kanal im Rheineinzugsgebiet verbreitet hat. Neuerdings wurde er auch im Neuenburgersee und Genfersee (Lods-Crozet in lit.) sowie im Bodensee [MÜRLE, BECKER & REY, 2004], nachgewiesen. Während die Art im Hochrhein bei Basel bereits seit ca. 1999 vorkommt [REY et al. 2004] und mittlerweile den gesamten schiffbaren Hochrheinabschnitt bis Rheinfeldern in beträchtlichen Abundanzen besiedelt, fehlt sie bislang in der Hochrheinestrecke zwischen Rheinfeldern und dem Bodensee.

*Dikerogammarus villosus* erwies sich in vielen Laboruntersuchungen als sehr konkurrenzstarke Art, die neben anderen Amphipoden auch andere Benthosorganismen frisst oder zumindest verdrängt [z. B. DICK et al. 2002, KINZLER & MAIER 2004]. Die Laborergebnisse werden durch die Beobachtungen im Freiland bestätigt [JAZDZEWSKI et al. 2004].

Zur Biologie und Ökologie der Art liegen erst seit kurzem ausführlichere Untersuchungen vor [z. B. DEVIN et al. 2003], die sich meist auf Fließgewässerpopulationen beziehen.

*Corbicula fluminea*, die aus Asien stammende Grobgerippte- oder Fluss-Körbchenmuschel wurde wahrscheinlich im Ballastwasser großer Schiffe über Nordamerika [MCMAHON 1999] nach Europa verschleppt. In Deutschland kommt sie bereits in fast allen größeren Flüssen vor, im Rhein entspricht ihre Verbreitung der von *Dikerogammarus*, d.h. ihr Vorkommen ist bislang noch auf den schiffbaren

<sup>1</sup> Limnologisches Institut der Universität Konstanz, <sup>2</sup> HYDRA Öschelbronn, <sup>3</sup> HYDRA Konstanz

Flussabschnitt beschränkt. In den grösseren Voralpenseen ist sie bislang nur aus dem Bodensee und zeitgleich aus dem Neuenburgersee bekannt (LODS-CROZET in lit.).

Wie die Dreikantmuschel *Dreissena polymorpha* besitzt auch die Körbchenmuschel freischwimmende Larven, bildet aber ausgewachsen keine Sekretfäden (Byssus), so dass sie nicht in der Lage ist, sich am Substrat (wie z.B. Seewasserleitungen) festzusetzen. Die Körbchenmuschel besiedelt sandige bis feinsandige Substrate. Dadurch kann sie selbst als Substrat für Dreikantmuscheln und andere Benthosorganismen dienen, welche Standorte mit Lockermaterial eher meiden. Somit schafft sie neue Habitate, wie es ähnlich für die Dreikantmuschel beschrieben ist [MÖRTL & ROTHHAUPT 2003; STEWART et al. 1998; STEWART & HAYNES 1994].

Während negative Auswirkungen der Ausbreitung von *C. fluminea* auf benthische Lebensgemeinschaften bislang nicht beschrieben wurden, sind eine Reihe von Beeinträchtigungen anthropogener Gewässernutzungen bei explosiver Vermehrung von *C. fluminea* bekannt [ISOM 1986].

### 3.2 METHODIK

Die unterschiedlichen Fragestellungen des Projektes bedingten den Einsatz unterschiedlicher Untersuchungsmethoden:

#### ORIENTIERENDE PROBENAHE

Durch die orientierenden Probenahmen soll die Anwesenheit von *Dikerogammarus villosus* bzw. *Corbicula fluminea* festgestellt werden:

*Dikerogammarus villosus*: gezielte Suche in Ufernähe/am Wasserrand unter flachen, strukturreichen Steinen vorzugsweise bei Niedrigwasser; angegeben werden Häufigkeitsklassen bezogen auf einzelne Steine, Frequenz des Auftretens, Verhältnis der Häufigkeiten von *D. villosus* zu *Gammarus* spp., wichtige Begleitarten.

*Corbicula fluminea*: Absuchen des ufernahen Flachwassers und des Spülsaums nach angespülten Schalen; angegeben werden Häufigkeitsklassen und Frequenz bezogen auf untersuchte Strecke oder Fläche.

Diese Probenahmen begannen am 25.08.03 und werden kontinuierlich fortgeführt. Sie erfolgen stichprobenartig am gesamten Seeufer unter Einbezug des Untersees. Der Hochrhein als mögliche Einwanderungsstrecke wurde vom Büro HYDRA im Rahmen zweier schweizerischer Benthos- bzw. Neozoen-Monitoring-Projekte bereits intensiv beobachtet, so dass hier keine weiteren Untersuchungen erforderlich waren.

Wichtiges Kriterium zur Auswahl einer Probestelle war das Vorhandensein geeigneter Habitate für *Dikerogammarus*: leichte Strömung/Wellenschlag, flache stabile Steine, Wurzelbüschel oder Makrophyten. Die letzten beiden Habitate waren bei dem extremen Niedrigwasser im Sommer 2003 nicht aufzufinden. Da die Art zunächst fast ausschließlich unter großen, stabil gelagerten Steinen des flachen Ufers (Tiefe < 20 cm) zu finden war, konzentrierte sich die Suche auf dieses Habitat. Zusätzlich wurden einige Fließgewässer, die in den von *Dikerogammarus* besiedelten Uferbereich münden, auf die Anwesenheit des Flohkrebsses kontrolliert.

Eine genaue Liste der Probestellen findet sich als Anhang 2. Hierzu kommen noch die Intensivprobestellen der erweiterten Benthosroutine des Limnologischen Institutes (s. Tab. 3.2.1).

#### HALBQUANTITATIVE PROBENAHE (UFERNAH)

Die halbquantitative Probenahme soll einen Überblick über den Zustand der aktuellen Benthosbesiedlung der Bodenseeufere geben, sowohl der Stellen mit Neozoen, besonders aber der noch nicht von den neuen Arten besiedelten Areale. Durch den vergleichsweise geringen Aufwand dieser Probenahmen lässt sich ein zeitlich und räumlich enges Probenraster realisieren, das jedoch nur qualitative Aussagen erlaubt und auf den ufernahen Bereich beschränkt bleibt.

Vorgehensweise: Abschätzung der Flächenanteile der wichtigsten Habitate und Substrattypen (Choriotope) und anteilige Beprobung dieser Habitate (mind. 0,06 m<sup>2</sup>) meist mit einem Surbersampler (Maschenweite 180-250 µm, Grundfläche 0,1 m<sup>2</sup>; ergänzende orientierende Kontrolle der bevorzugten Habitate von Gammariden; die Probenahme erfolgte vom Ufer aus in unterschiedlichen Tiefen, wobei eine maximale Tiefe von 1,2 m unter dem aktuellen Pegelstand erreicht wurde; taxonomische Erfassung aller Invertebraten.



Abb. 3.2.1: Ablauf der Intensivprobenahme, links und Mitte: im Bereich des mittleren Niedrigwassers; rechts: im größeren Tiefen mit dem Taucher. Fotos: Scheifhacker, Fiek, Mörtl

Die halbquantitative Probenahme in Ufernähe wurde im Februar/März 2004 zur Beschreibung des Winteraspekts und im August 2004 (Sommeraspekt) durchgeführt. Aufbauend auf den Ergebnissen der orientierenden Probenahmen ergab sich ein Netz von 28 Rasterprobestellen (Abb. 3.2.2), die in das Monitoringprogramm übernommen wurden.

Ähnlich wurde bei der Suche nach *Corbicula fluminea* vorgegangen. Untersucht wurden folgende Stellen:

- Rohrspitzgrund (Substrat: Sand),
- Fußacher Bucht (Sand, Kies),
- Bregenzer Achsmündung (Steinblöcke, Feinsande und viele Holzpartikel)
- Lindau (Kies und zerriebene Ziegel)
- Wasserburg (Steine, Sand, Detritus)

Zusätzlich wurde das Schweizer Ufer südlich von Steinach und bei Rorschach und das gesamte begehbbare österreichische Bodenseeufer (das Rheinholz und die Mündung des Altenrhein, der Wetterwinkel, der Rohrspitz, Teile der Fußacher Bucht und die beiden Rheindämme) abgesehen, um die Verbreitungsgrenzen von *Corbicula* festzustellen (Abb. 3.3.8).

#### QUANTITATIVE PROBENAHME (TRANSEKTE)

Durch die quantitative Probenahme soll die Benthos-biozönose einzelner für das Bodenseeufer repräsentativer Stellen nach einer reproduzierbaren Methode dokumentiert werden. Insbesondere sollen dabei die ständig unter Wasser befindlichen Bereiche und eine eventuelle Tiefenzonierung der Arten erfasst werden.

Tab. 3.2.1: Lage und Termine der Intensivprobenahmen, die im Rahmen des SFB 454 am Limnologischen Institut durchgeführt wurden. Die Tiefen beziehen sich im Eulitoral auf den jeweiligen Wasserstand (0,0 m, 0,4 m, 1,0 m). Im Infralitoral werden Tiefenbereiche, die sich auf den mittleren Niedrigwasserstand (MNW) beziehen, beprobt. Je nach Wasserstand können die Probenahmehorizonte 0,0 m, 0,4 m, 1,0 m identisch sein mit MNW oder MNW-1 m.

Lage	Code	Zeitraum	Probenahmeintervall	Tiefe
Litoralgarten (Konstanz-Egg)	LIT	Juni 1999 - September 2002	monatlich	0,0 m; 0,4 m; 1,0 m; MNW; [MNW-1 m]; [MNW-3 m]; [MNW-7 m]
Litoralgarten (Konstanz-Egg)	LIT	Mai 2002 - Juni 2003	monatlich	0,4 m
		Mai 2002 - Juni 2003	Frühjahr, Sommer, Herbst	1,0 m; MNW; [MNW-3 m]
		ab April 04 fortlaufend	halbjährlich	0,4 m; 1,0 m; MNW; [MNW-1 m]; [MNW-3 m]; [MNW-7 m]; [MNW-11 m]
Konstanz-Staad	STA	Mai 2002 - Juni 2003	monatlich	0,4 m
			Frühjahr, Sommer, Herbst	1,0 m; MNW; [MNW-3 m]
Meersburg	MEE	Mai 2002 - Juni 2003	monatlich	0,4 m
			Frühjahr, Sommer, Herbst	1,0 m; MNW; [MNW-3 m]
Hagnau	HAG	Mai 2002 - Juni 2003	monatlich	0,4 m
			Frühjahr, Sommer, Herbst	1,0 m; MNW; [MNW-3 m]
Immenstaad (West)	IMM-W	Mai 2002 - Juni 2003	monatlich	0,4 m
			Frühjahr, Sommer, Herbst	1,0 m; MNW; [MNW-3 m]
Immenstaad (Ost)	IMM-O	Mai 2002 - Juni 2003	monatlich	0,4 m
			Frühjahr, Sommer, Herbst	1,0 m; MNW; [MNW-3 m]



Am Limnologischen Institut der Universität Konstanz wurde im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 454 Bodenseelitoral eine Probenahmetechnik zur Erhebung quantitativer Daten über räumliche und zeitliche Muster von Abundanz und Biomasse der litoralen benthischen Makroinvertebraten entwickelt. Bei der seit 1999 angewandten Methode kommt ein Saug-Sampler zum Einsatz, dessen Präzision und Repräsentativität experimentell nachgewiesen wurde [BAUMGÄRTNER 2004]. Im Flachwasserbereich werden Probtiefen von 0,4 m bzw. 1,0 m unter dem aktuellen Wasserstand gewählt. Unabhängig vom jeweiligen Wasserstand werden fixe Tiefenstufen beprobt: die mittlere Niedrigwasserlinie, sowie Tiefen von einem bis elf Meter darunter (z.B. MNW-1 m). Ab einer Tiefe von einem Meter erfolgt die Probenahme durch Taucher.

Da *Corbicula fluminea* bisher nur am Vorarlberger „Rohrspitz“ nachgewiesen wurde, erfolgte an dieser Stelle ebenfalls eine Intensiv-Probenahme mit Tauchereinsatz (vgl. Abb. 3.3.9). In Abwandlung der bisherigen Vorgehensweise wurde bei augenscheinlich niedrigen Individuendichten ein quadratischer Rahmen mit einer Seitenlänge von 50 cm benutzt, um eine repräsentative Probenahme nach Downing [1984] zu gewährleisten. Je Tiefe wurden 4 Proben entnommen. Bei

der Probenaufbereitung im Labor wurden die Organismen durch wiederholtes Aufschwemmen und Abgießen vom sandigen Substrat getrennt. Dabei wurden DIN Prüfsiebe (Durchmesser 20 cm) mit den Maschenweiten 2 mm, 1 mm, 500  $\mu\text{m}$ , 200  $\mu\text{m}$  benutzt. Alle Körbchenmuscheln, die vom 2 mm Sieb zurückgehalten wurden, wurden gezählt und deren Schalenlänge mit einer elektronischen Schieblehre bestimmt. Kleinere Individuen und übrige Makroinvertebraten wurden für eine spätere Analyse in ca. 80 % Ethanol fixiert.

Die Biomassebestimmung der Körbchenmuscheln erfolgte durch eine Längen-Trockenmasse-Regression:  $DW = 0,0204 \times L^{2,45}$ , wobei DW die Trockenmasse ohne Schale in mg und L die maximale Schalenlänge angibt [BENKE et al, 1999].

#### PROBEN-SCREENING

Um das erste Auftreten der neuen Benthosarten zeitlich eingrenzen zu können, wurden bislang unbearbeitete Proben aus dem Zeitraum von Dezember 2001 bis April 2004 und bereits ausgezählten Proben der Benthosroutine des Limnologischen Instituts bezüglich dieser Arten durchgesehen (vgl. Tab. 3.2.1). Dabei wurden die jeweiligen Abundanzen der Amphipoda *Gammarus roeseli*, *G. fossarum*



Abb 3.2.2: Rasterprobenstellen am Bodenseeufer

und *Dikerogammarus villosus* vergleichend dokumentiert (Proben-Screening).

### 3.3 ERGEBNISSE

#### 3.3.1 DIKEROGAMMARUS VILLOSUS

##### VERBREITUNG UND VORKOMMEN

Die Durchsicht konservierter Benthosproben des Limnologischen Instituts der Universität Konstanz ergab als früheste Nachweise von *D. villosus* zwei Vorkommen im Spülsaum bei Hagnau und bei Immenstaad vom Oktober 2002. Bis Oktober 2003 war *D. villosus* in diesen Proben nur in wenigen Exemplaren enthalten (Tab. 3.3.1). Die Abundanzen stiegen deutlich während des Frühjahrs (April) 2004, sowohl im Litoralgarten als auch in Meersburg. In diesem Zeitraum erreichte *D. villosus* die in diesen Proben höchsten Abundanzen von 304 Individuen pro Quadratmeter. Verglichen mit den maximalen Abundanzen des einheimischen *Gammarus roeseli* (2800 Individuen/m<sup>2</sup>, Meersburg, Dezember 2002) vor der Einwanderung von *D. villosus* bleiben dessen Abundanzen jedoch noch gering. Auffallend ist eine zeitgleiche Abnahme der Abundanzen von *G. roeseli* und eine Zunahme von *D. villosus*. Der bis April 2004 festgestellte Trend der Abundanzentwicklungen beider Gammaridenarten setzt sich nach Auswertung der Proben aus Juli-August

2004 für Meersburg und Litoralgarten fort (Käfigexperimente N. Scheifhacken).

Die mittleren Abundanzen ( $\pm$ Standardfehler) für beide Gammaridenarten *D. villosus* und *G. roeseli* sind graphisch dargestellt, einmal gemittelt für alle Tiefenstufen und Probestellen (Abb. 3.3.1) sowie aufgeschlüsselt nach Probenahmeort für die jeweiligen Termine (Abb. 3.3.2).

Zum Zeitpunkt der ersten gezielten Suche nach *D. villosus* im August/September 2003 war die Art in den ufernahen Flachwasserbereichen vom Bootshafen Konstanz-Staad um den ganzen Überlingersee bis östlich von Hagnau aufzufinden, am häufigsten im Bereich von Egg bis Wallhausen und bei Überlingen. In keinem der im September 2003 untersuchten Zuflüsse (u. a. Stockacher Aach, Seefelder Aach) konnte *D. villosus* bisher gefunden werden. Auch im Untersee, Konstanzer Trichter, Seerhein und am östlichen und südlichen Ufer des Obersees wurde *D. villosus* in diesem Zeitraum nicht gefunden. Die gleiche Verbreitung wie im Sommer 2003 wurde nahezu unverändert im Frühjahr 2004 angetroffen. Erst im August 2004 kam *D. villosus* dann auch neu am Nordufer des Konstanzer Trichters (Wohnstift Rosenau) sowie vor Langenargen (Stelle zuvor nicht untersucht) vor (Tab. 3.3.1). An beiden Stellen war *D. villosus* mit erheblichen

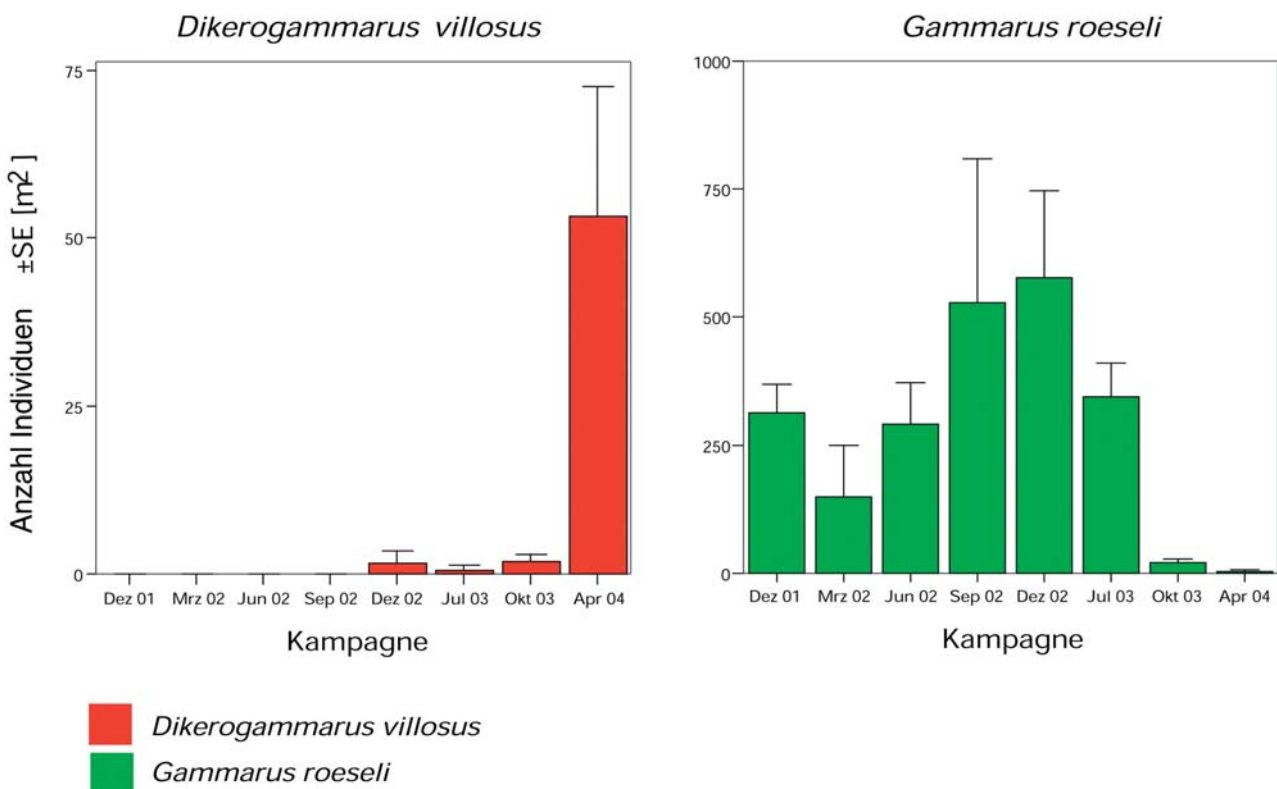


Abb. 3.3.1: Abundanzen von *Dikerogammarus villosus* und *Gammarus roeseli* (Mittelwerte  $\pm$  Standardfehler) gemittelt für alle Untersuchungsorte und Tiefenstufen. Achtung: unterschiedliche Skalen.

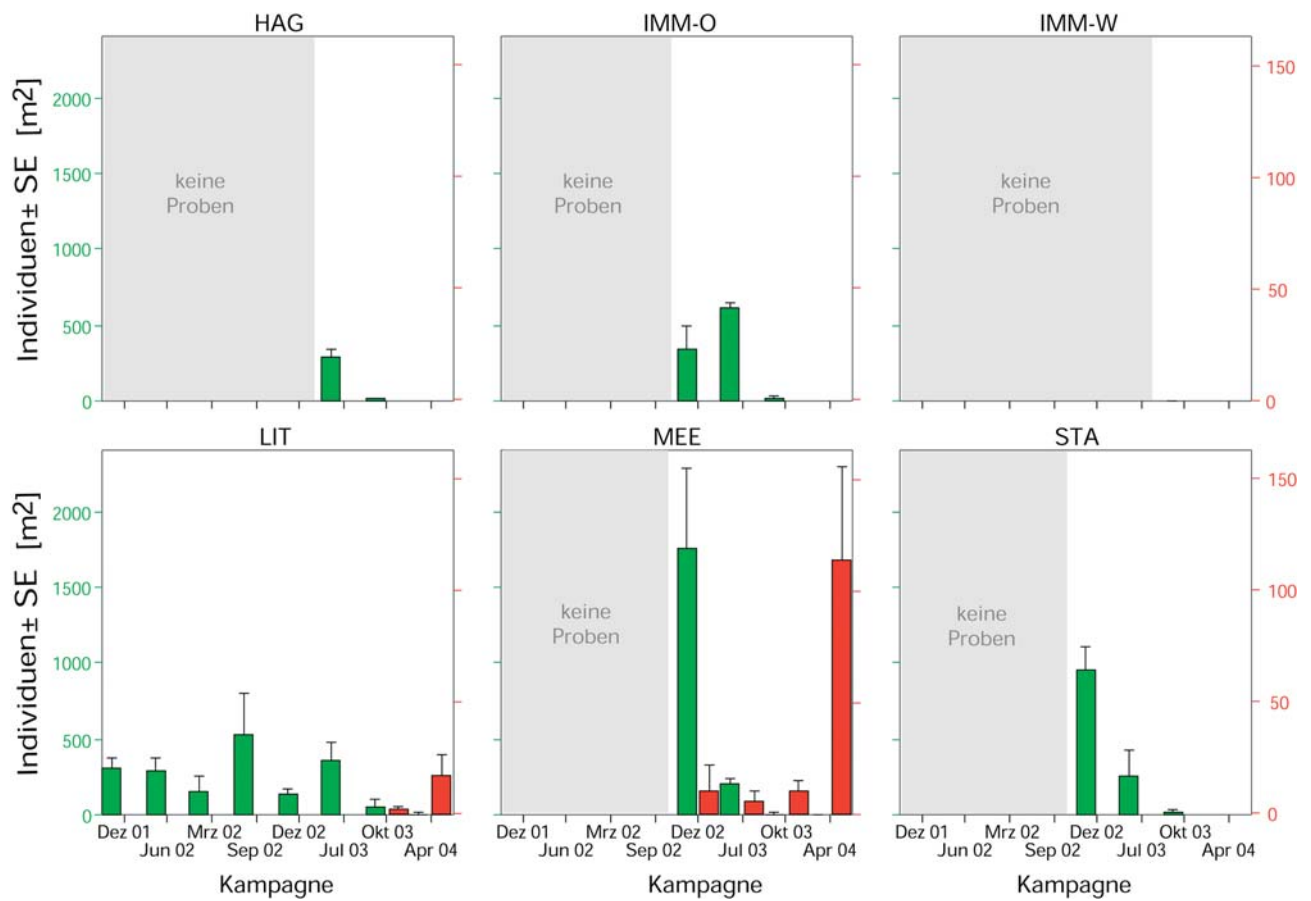


Abb. 3.3.2: Abundanzen von *Dikerogammarus villosus* (rot) und *Gammarus roeseli* (grün) (Mittelwerte ± Standardfehler) an verschiedenen Untersuchungsorten gemittelt über alle Tiefenstufen. Achtung: unterschiedliche Skalen. Abkürzungen s. Tab. 3.2.1

Abundanzen (Rosenau lokal bis > 2000 Ind./m<sup>2</sup>, Abb. 3.3.3) vertreten, vor Langenargen war er bereits im Oktober 2004 zahlreich an Trappnetzen zu finden [LÖFFLER, ISF, mdl.], jedoch noch nicht in Ufernähe.

Eine umfangreiche Untersuchung des nördlichen Bodenseeufer bei Niederwasser im November 2004 ergab gegenüber vorangegangenen Untersuchungen eine deutliche Zunahme von *D. villosus* bei Hagnau. Östlich anschliessend zwischen Hagnau und Eriskirch war *D. villosus* jetzt ebenfalls an fast allen Untersuchungsstellen vertreten, allerdings meist in deutlich geringerer Zahl als *G. roeseli*. Lokale Massenvorkommen von *D. villosus* waren dann zwischen dem Strandbad Eriskirch und Langenargen zu finden, *Gammarus roeseli* trat hier ebenfalls in Einzelexemplaren auf. Östlich der Argenmündung wurde *D. villosus* nur noch auf eine kurze Strecke mit geringer Abundanz nachgewiesen und ab Kressbronn fehlte er ganz. (vgl. Abb. 3.3.5).

Neben dem Bodenseeufer wurden auch die Mündungsabschnitte einiger Seezuflüsse untersucht:

Hockgrabenbach (bei Konstanz: Rosenau), Stockacher Aach, Seefelder Aach, Dysenbach bei Hagnau, Rotach, Argen, Nonnenbach bei Kressbronn. Obwohl einige dieser



Abb. 3.3.3: Vor allem unter flachen, raueren Steinen wie auf dem Bild die Sandsteinplatten an der Probestelle 10 (Rosenau) findet man lokale Massenvorkommen von *Dikerogammarus villosus*. Andere Benthosorganismen fehlen hier bereits. Foto: Rey

Tabelle 3.3.1: Liste der *Dikerogammarus*-Funde (Proben: Limnol. Institut der Univ. Konstanz und Büro Hydra)

Zeitraum	Ort	Probe	Bemerkungen
Oktober 2002	Immenstaad Ost [Limnologisches Institut]	Spülsaum	3 bzw. 4 Individuen in 2 Proben (Probequadrat: 0,0625 m <sup>2</sup> ),
Oktober 2002	Hagnau	Spülsaum	1 Individuum in 1 Probe [Limnologisches Institut]
November 2002	Hagnau	0,4 m Tiefe	4 Individuen in einer Probe [Limnologisches Institut]
ab Dezember 2002	Meersburg	0,4 m Tiefe	einzelne Individuen pro Probe [Limnologisches Institut]
Februar 2003	Litoralgarten Meersburg	MNW	einzelne Individuen regelmässig, (nicht im Litoralgarten Staad) [Proben Limnologisches Institut]
Juli 2003	Meersburg, Immenstaad	MNW	einzelne Individuen regelmässig [Proben Limnologisches Institut]
August 2003	Wallhausen	Spülsaum	in großer Zahl
August-Sept 2003	Überlingersee von Staad bis Hagnau	Spülsaum	stellenweise häufig (am übrigen Seeufer fehlend)
Oktober 2003	Meersburg, Unteruhldingen	Spülsaum	stellenweise massenhaft
Feb./März 2004	alle bisherigen Fundstellen	Spülsaum	wie Aug.-Sept. 2003, keine Ausbreitung feststellbar, stellenweise häufig; keine Funde am Untersee und östl./ südl. Obersee-Ufer
April bis August 2004	Ausbreitung in den Konstanzer Trichter, Rosenau	Spülsaum	stellenweise häufig, vor Rosenau massenhaft
August 2004	Argenmündung bei Langenargen	Spülsaum	Einzelfund ; keine Funde am Untersee und östl./ südl. Obersee-Ufer
November 2004	Langenargen (westl. Schloss Montfort)	Trappnetze	zahlreich, Proben der Fischereiforschungsstelle
November 2004	Hagnau bis östl. Argenmündung	Spülsaum	lokal massenhaft (Eriskirch, Langenargen), ansonsten sehr zerstreut; Kressbronn und weiter östlich keine Nachweise

Gewässer in Uferbereiche mit z.T. dichter *Dikerogammarus*-Besiedlung münden, wurden in keinem dieser Zuflüsse bisher Exemplare von *D. villosus* nachgewiesen.

Die komplette Taxaliste der orientierenden und halbquantitativen Probenahmen ist Anhang 1 zu entnehmen. Die Ergebnisse sind zusammenfassend in den Abbildungen 3.3.14 und 3.3.15 dargestellt. Die lokalen Abundanzen und Veränderung der Verbreitungsgrenzen von *Dikerogammarus* und *Corbicula* zwischen 2002 und 2004 sind in den Abbildungen 3.3.4 - 3.3.6 grafisch dargestellt.

#### HABITATE

Die Untersuchungen zum Vorkommen von *D. villosus* beschränken sich bislang weitgehend auf den ufernahen Bereich der Flachwasserzone. Hier waren die dichtesten Vorkommen unter flachen, auf Sand gelagerten Steinen in Tiefen kleiner 20 cm bei mässigem Wellenschlag zu finden. Makrophytenbestände oder Wurzelbüschel waren im untersuchten Bereich kaum vorhanden, so

dass diese laut Literatur bevorzugten Habitate nicht beurteilt werden können. Ebenfalls weitgehend unbekannt ist die Tiefenverteilung der Art. Im Bodensee wurde *D. villosus* bisher bis in 16 m Tiefe nachgewiesen. Hier werden vermutlich die Auswertungen von Transektproben des Limnologischen Instituts weitere Aufschlüsse bringen.

#### AUSWIRKUNGEN

Die bisherigen Untersuchungen dienen zunächst der Aufnahme des aktuellen Zustands der Benthoszoönozen in den von *D. villosus* besiedelten sowie den noch nicht besiedelten Bereichen. Wie die Abbildungen 3.3.1 und 3.3.2 zeigen, ist aber bereits jetzt eine Verdrängung von *Gammarus roeseli* durch *D. villosus* zu erkennen. Bei den Aufsammlungen an Uferstellen mit lokalem Massenaufkommen von *D. villosus* fehlt *Gammarus roeseli* bereits gänzlich. Ein Rückgang der an vergleichbaren Choriotopen vorkommenden Benthosorganismen ist jedoch noch nicht nachweisbar (vgl. Abb. 3.3.14).



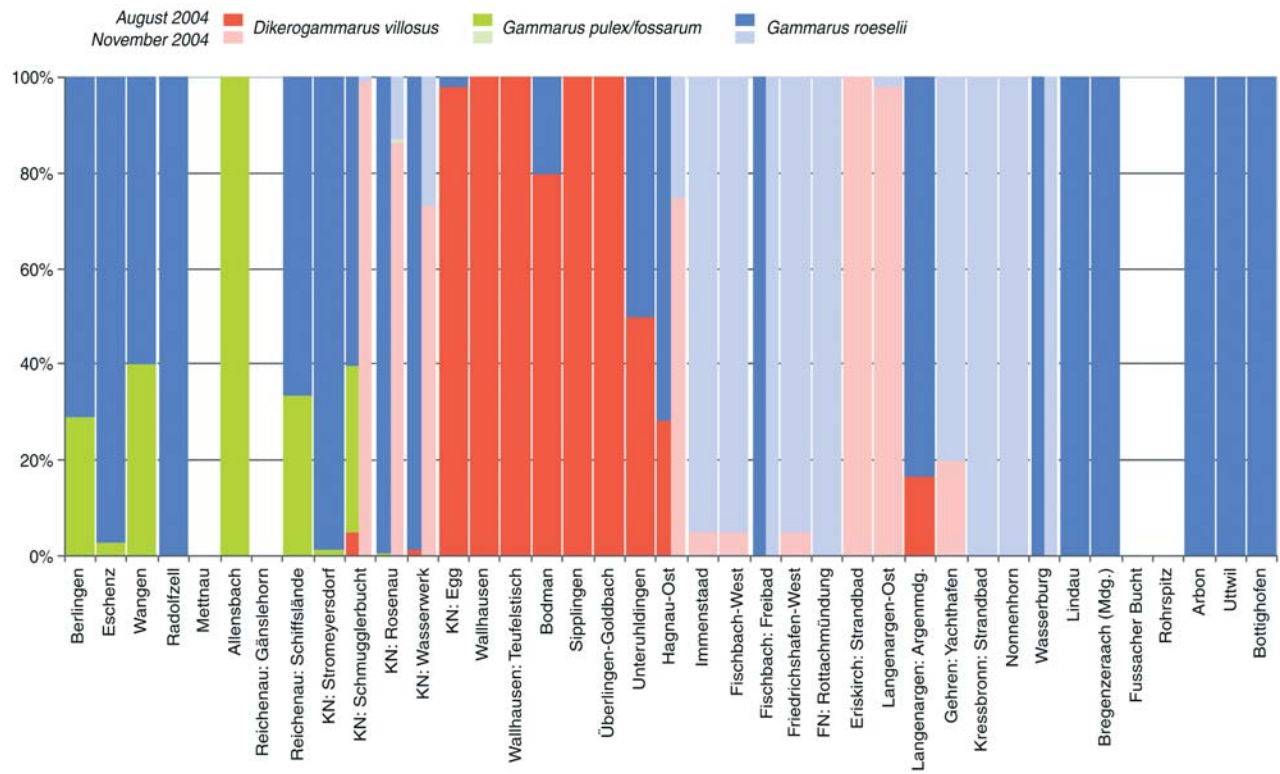


Abb 3.3.4: Relative Häufigkeiten der Bodensee-Gammariden aus den bisher ausgewerteten quantitativen und qualitativen Proben von August und November 2004.

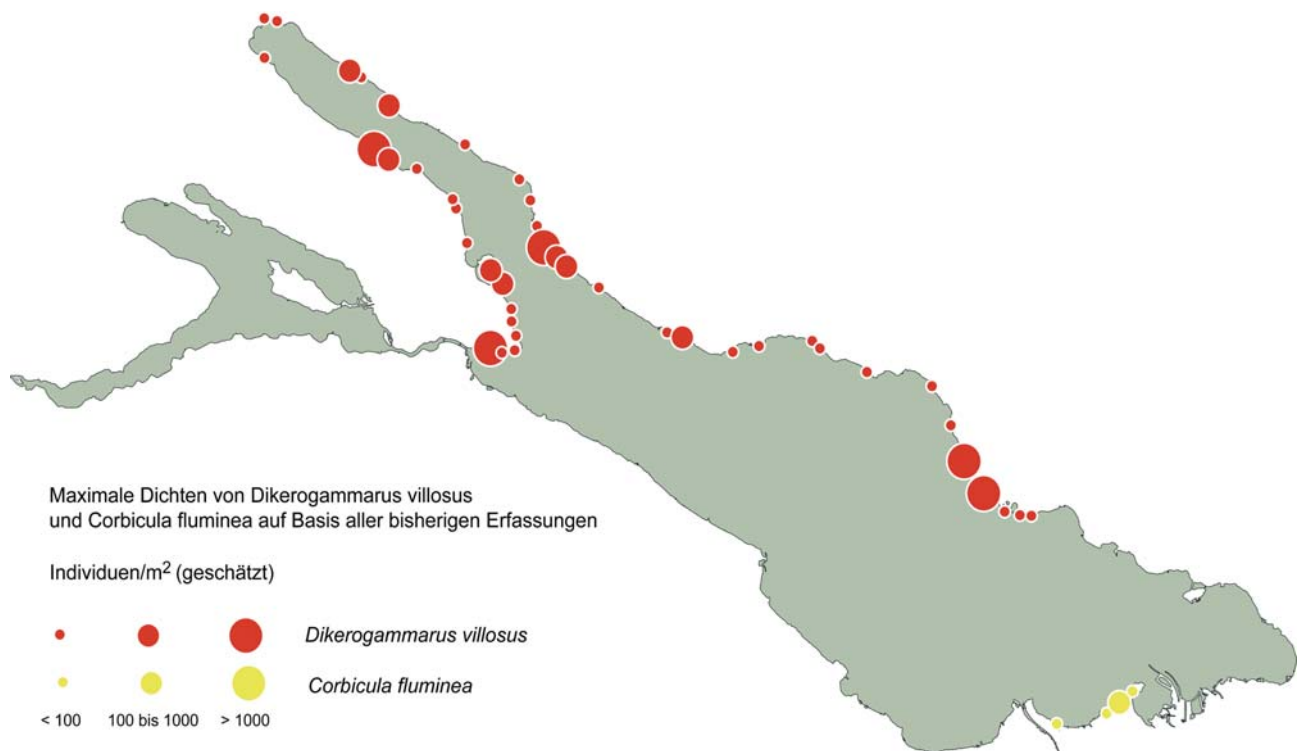


Abb 3.3.5: Grobe Abschätzungen der lokalen Besiedlungsdichten von *Dikerogammarus villosus* und *Corbicula fluminea*. Berücksichtigt sind alle Proben (quantitativ und qualitativ) von Oktober 2002 bis November 2004.



Abb. 3.3.6: Nachweisgrenzen von *Dikerogammarus villosus* und *Corbicula fluminea* zwischen 2002 und 2004 (Etappen separat dargestellt)



Abb. 3.3.7: Die Grobgerippte Körbchenmuschel oder Flusskörbchenmuschel (*Corbicula fluminea*). Links: unterschiedlich alte Exemplare vom Rohrspitz; Foto: Werner. Mitte: *C.* gräbt sich im Sand ein; Foto: Mörtl. Rechts: Filtrierorgane; Foto: Rey. *Corbicula* erinnert stark an eine Meeresmuschel. Sie hat eine sehr dicke, grob gerippte Schale (Name). Die Größe (bis 3 cm) und die gelbgrüne bis braune Färbung macht die Muschel zwar sehr auffällig, allerdings graben sich die lebenden Exemplare komplett in sandige und kiesige Böden ein, so dass nur noch ihre Filtrierorgane zu sehen sind

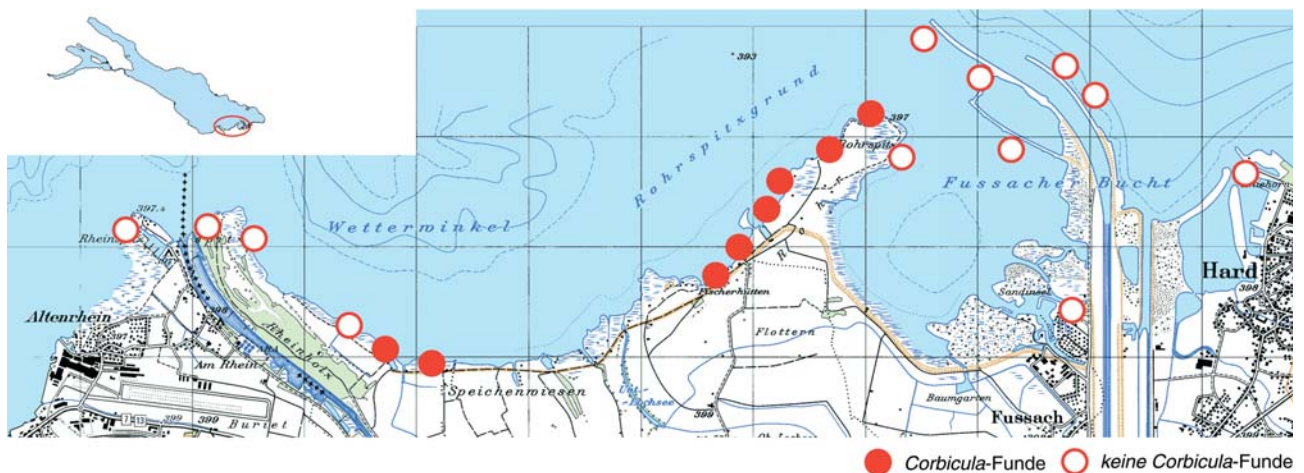


Abb. 3.3.8: Untersuchungsstellen und Fundorte von *Corbicula fluminea* im Bereich des "Rohrspitz" (Vorarlberg).



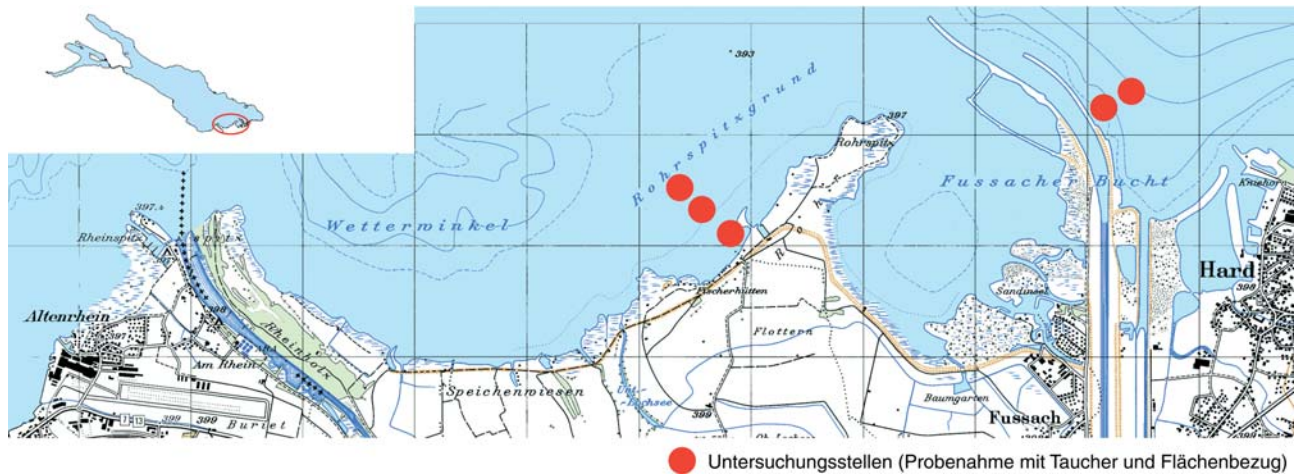


Abb. 3.3.9: Lage der Probenahmestellen für die Intensiv-Probenahme (*Corbicula fluminea*) im Bereich des "Rohrspitz" und der neuen Rheinmündung (Vorarlberg).



Abb. 3.3.10: Spülsaum am Rohrspitz (Mitte Oktober 2004)  
Foto: Werner



Abb. 3.3.11: Der Vorarlbergische Rohrspitz und Teil der Fußacher Bucht (Mitte links) Foto: Ortlepp

### 3.3.2 CORBICULA FLUMINEA

Am Bodensee wurde *Corbicula fluminea* im September 2003 im Vorarlberger Rheindelta entdeckt. Im Herbst 2003 lagen die ermittelten Abundanzen von *Corbicula* (~ 10 cm unter dem Mittleren Niedrigwasser = Pegel KN 264 cm) bei etwa 1 Ind./m<sup>2</sup>. Im Spülsaum fanden sich - im Verhältnis zur Besiedlungsdichte - meist nur wenige Leerschalen [WERNER & MÖRTL 2004].

Die aktuellen Verbreitungsgrenzen (Stand Mitte Oktober 2004) sind im Westen der Gaissauer Hafen im Wetterwinkel nahe dem Rheinholz und im Osten die äußerste Spitze der Halbinsel Rohrspitz (hier allerdings Leerschalen in sehr hohen Anzahlen im Spülsaum – siehe Abb. 3.3.10). Ein großes Vorkommen von *C. fluminea* in diesem Bereich und zwischen Rohrspitz und dem linken Rheindamm (vor der Fussacher Bucht) ist wahrscheinlich, obwohl am Ufer in der eigentlichen Fussacher Bucht (weite Bereiche allerdings

nicht zu Fuß erreichbar) und an den Rheindämmen bislang keine Funde gelangen. Im Bereich der Rheindämme liegt dies möglicherweise nur an den großen Steinblöcken, in deren Interstitial Leerschalen nicht auffindbar sind. An den benachbarten Standorten (östl. Rheinvorstreckung und bei Rorschach-Staad (Schweiz - SG) konnten auch bei der Suche durch Taucher keine Körbchenmuscheln entdeckt werden.

Bei den Probenahmen von Land aus wurde oberhalb des mittleren Niedrigwasserstandes (MNW) keine lebende *Corbicula* gefunden. Etwa ab dem MNW existieren erste Populationen der Körbchenmuschel. Die meisten Funde lagen etwa einen halben Meter unter dem langjährigen Mittelniedrigwasserstand (ca. 220 cm Pegel KN) und somit an der Grenze der von Land aus möglichen Beprobung (Pegelstand bei der Probenahme: Pegel KN 345 cm).

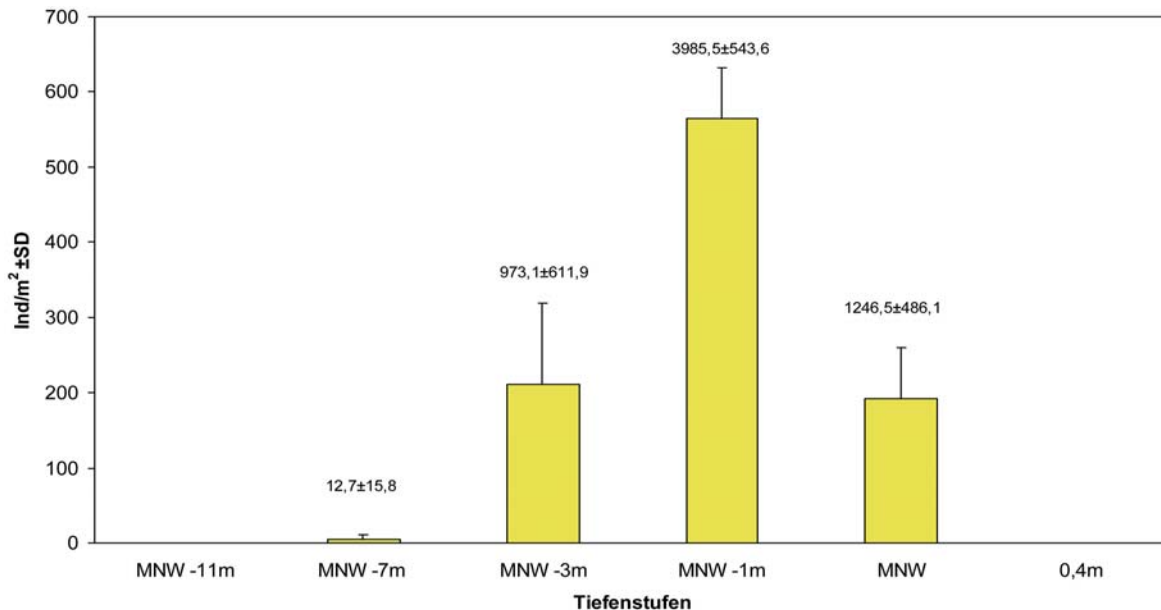


Abb. 3.3.12: Abundanzverteilung der Körbchenmuschel als Mittelwerte und Standardabweichung im untersuchten Tiefenbereich von MNW-11 m (12 m realer Tiefe) bis zur Tiefe von 40 cm. Rohrspitz. Weichkörper-Trockenmassen (mg/m² mit Standardabweichung) sind über den jeweiligen Balken angegeben.

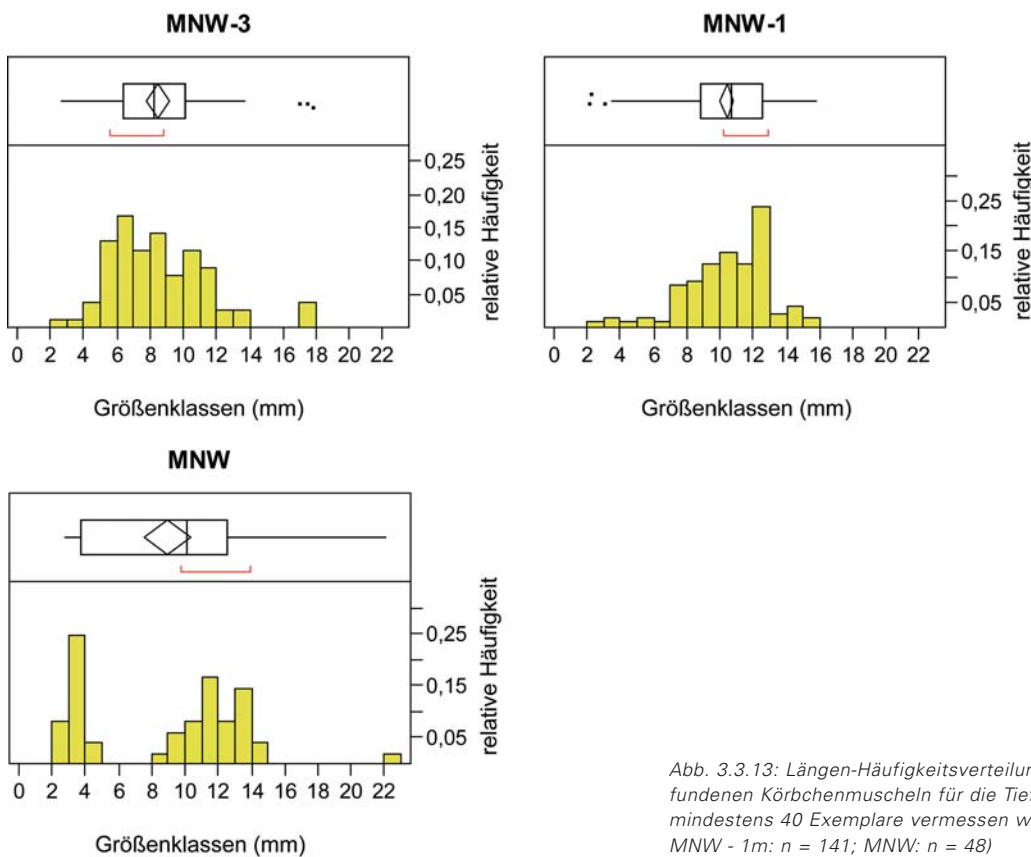


Abb. 3.3.13: Längen-Häufigkeitsverteilung der am Rohrspitz gefundenen Körbchenmuscheln für die Tiefenstufen, in denen mindestens 40 Exemplare vermessen wurden (MNW -3m: n = 77; MNW - 1m: n = 141; MNW: n = 48)

Die quantitative Probenahme durch Taucher ergab einen Schwerpunkt der Tiefenverteilung von *Corbicula fluminea* zwischen dem mittleren Niedrigwasser bis zu 3 m unter dem mittleren Niedrigwasser. Abundanzen von bis zu 640 Individuen/m² (> 2 mm Schalenlänge) und Biomassen von 4,4 g Trockenmasse/m² (ohne Schale) wurden dabei ermittelt.

Die mittleren Abundanzen und Biomassen von *Corbicula fluminea* am Fundort Rohrspitz sind in Abbildung 3.3.12 dargestellt. Abbildung 3.3.13 zeigt die Längen-Häufigkeitsverteilungen der in den jeweiligen Tiefen gefundenen Körbchenmuscheln. In MNW -11m (ca. 12 m realer Tiefe) konnten keine Körbchenmuscheln festgestellt werden.



### 3.3.3 BENTHOSBIOZÖNOSEN

Die bisherigen Benthosproben sind - soweit sie im Rahmen des laufenden Programm stattfanden - vollständig ausgewertet, weitere Proben wurden qualitativ ausgewertet (Vorkommen von Neozoen). Die komplette Ergebnisliste der orientierenden und halbquantitativen Probenahmen mit den aufgefundenen Taxa und deren Abundanzen ist dem Anhang 1 zu entnehmen.

Die Ergebnisse sind zusammenfassend in Abbildungen 3.3.14 und Anhang 1 dargestellt. Einige bemerkenswerte Befunde werden im folgenden kurz dargestellt:

- Vor einer Bachmündung bei Wasserburg wurde eine noch nicht lange tote (Weichteile erhalten) *Unio crassus* (Gemeine Bachmuschel) gefunden. Diese Großmuschelart ist in Mitteleuropa akut vom Aussterben bedroht [RL Bad.-Württ.: 2, RL Deutschland: 1; JUNGBLUTH & BÜRK 1985 und JUNGBLUTH et al. 1998].
- Im östlichen Seeteil (übrige Proben müssen erst verifiziert werden) wurde ein Vorkommen von *Gyraulus parvus*, eines weiteren Neozoons, festgestellt; diese Art war bisher nicht aus dem Bodensee, wohl aber aus dem Mindelsee bekannt [SCHMID 1983];

- *Choroterpes picteti*, eine seltene Eintagsfliegenart [RL Bad.-Württ. und Deutschland: 1; MALZACHER 1981 und MALZACHER et al. 1998], trat im Bereich des südl. Überlingersees und des Untersees teilweise mit hoher Abundanz auf.
- An neozoischen Arten waren neben *Dikerogammarus villosus* im nordwestlichen Obersee und *Corbicula fluminea* im südöstlichen Obersee die altbekannten Neozoen *Dreissena polymorpha*, *Branchiura sowerbyi*, *Potamopyrgus antipodarum*, *Gyraulus parvus*, *Physella acuta* und ferner *Gammarus roeseli* vertreten.
- Bei den Transektbeprobungen durch Taucher am südwestlichen Bodenseeufer zeigte sich, dass der Schwerpunkt des Vorkommens von Mollusken deutlich unterhalb der mittleren Niedrigwasserlinie (MNW) lag (MNW-3 m bis MNW-7 m). *Dreissena*-Drusen und *Potamopyrgus antipodarum* waren bei MNW -7 m besonders häufig.

Eine weitergehende Auswertung der Benthosproben ist erst für einen Vergleich mit zukünftig von *Dikerogammarus* besiedelten Arealen vorgesehen.

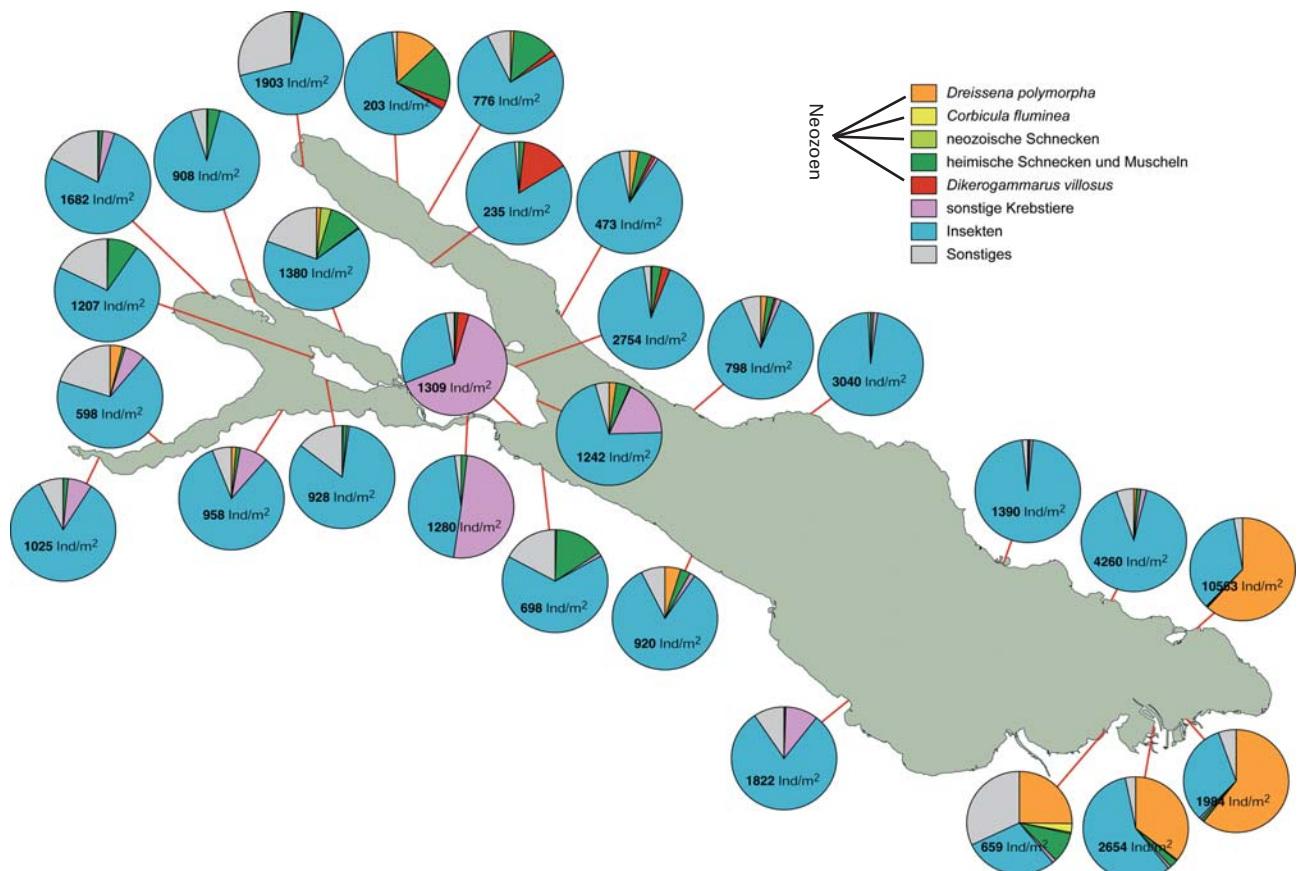


Abb. 3.3.14: Besiedlungsdichten taxonomischer Großgruppen im ufernahen Litoral. [Auswertung der semi-quantitativen Proben - zwischen Juli und September 2004, mittlerer Wasserstand]

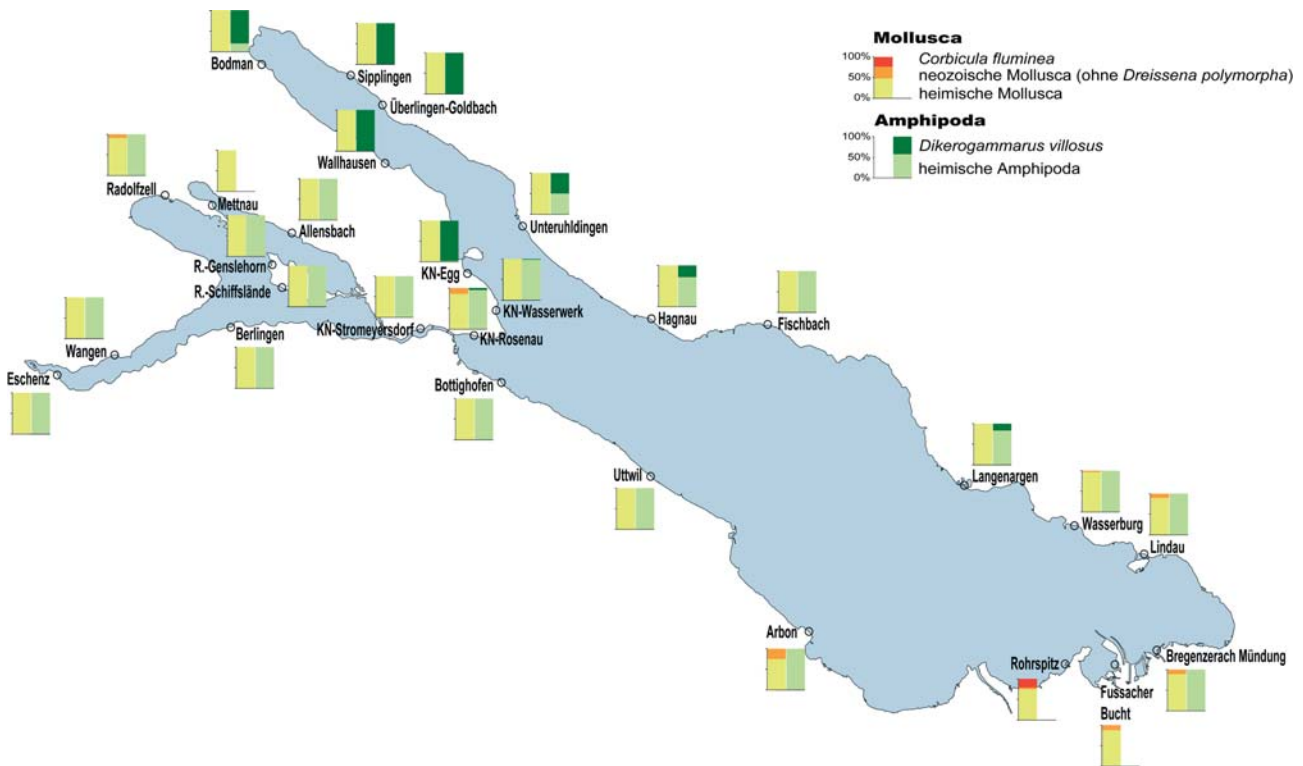


Abb. 3.3.15: Anteile einheimischer und neozoischer Taxa an der Gesamtbesiedlung hololimnischer Wirbelloser (ohne *Dreissena* und sonstige aus Abb. 3.3.3-1) im ufernahen Litoral. [Auswertung der semi-quantitativen Proben - zwischen Juli und September 2004, mittlerer Wasserstand]

### 3.4 DISKUSSION

#### 3.4.1 METHODENDISKUSSION

Eine quantitative Beprobung benthischer Makroinvertebraten des Litorals – besonders an Standorten mit Hartsubstrat – erweist sich seit jeher als technisch aufwändig und schwer durchführbar [DOWNING, 1984]. Im Vergleich zu Bächen und Flüssen, an denen ein Surber Sampler verlässliche flächenbezogene Proben liefern kann, da die Organismen von der im Gewässer vorherrschenden Strömung erfasst und in das Fangnetz gespült werden, riskiert man an Standgewässern unreproduzierbare Verluste bei dessen Anwendung. Die am Limnologischen Institut der Universität Konstanz entwickelte Probenahmetechnik nutzt eine Saugströmung aus, die von einer Pumpe erzeugt wird, um mobile oder resuspendierte Organismen zu erfassen [BAUMGÄRTNER 2004]. Diese quantitative Probenahme erfordert einen hohen personellen Aufwand bis hin zur Nutzung von Forschungstauchern in Tiefen über einem Meter, sie ermöglicht aber bei entsprechender Auswertung der Proben die Erfassung der Biozönose auch bezogen auf die Biomasse der jeweiligen Taxa.

Entsprechend den jeweiligen Zielstellungen im Rahmen dieser Untersuchung wurden drei unterschiedliche Methoden angewandt.

#### ORIENTIERENDE PROBENAHME:

Ein Absuchen spezieller Habitate sowie des Spülsaums ermöglicht es, einen schnellen Überblick über die Verbreitung der Neozoen sowie weiterer aspektbildender Arten zu erlangen.

#### HALBQUANTITATIVE PROBENAHME (UFERNAH):

Durch das Entnehmen mehrerer ufernaher Proben mit dem Surber Sampler konnte eine gute halb-quantitative Beschreibung der Artenzusammensetzung erreicht werden. Gravierende Veränderung in der Artenzusammensetzung durch das Eindringen von Neozoen lassen sich damit bereits erfassen; bei graduellen Verschiebungen jedoch ist diese Methode zu wenig präzise. Weiterhin erfolgten die Probenahmen nicht in definierten Tiefenzonen wie etwa auf der Mittelwasserlinie, sodass in Abhängigkeit des jeweiligen Wasserstandes möglicherweise unterschiedlich Choriotope beprobt wurden. Dennoch bilden die seeweiten Angaben über die Verbreitung und Häufigkeiten von *Dikerogammarus villosus* und *Corbicula fluminea* sowie der übrigen Makrozoobenthosarten eine bisher für den Bodensee einzigartige Datengrundlage. Diese ermöglicht es, Stellen für weiterführende Untersuchungen auszuwählen, an denen zumindest in einer Tiefenstufe (z. B. MNW) quantitative Proben entnommen werden sollten.

Im Rahmen der halbquantitativen Probenahmen zeigte es sich, dass das Bodenseeufer im Hinblick auf seine Benthosbesiedlung einigen wenigen Habitattypen zugeordnet werden kann:

- a) sandige Flächen mit einzelnen aufliegenden Steinen, Platten oder Kiesflecken, meist mit geringem Wellenschlag;
- b) Kiesflächen (Mittelkies-Grobkies) die auf sandigem Grund lagern; meist mäßiger bis starker Wellenschlag;
- c) Mosaik aus a) und b);
- d) Habitattyp a-c mit lockerem Characeen-Bewuchs;
- e) Steine auf sandig bis kiesigem Substrat; meist starker Wellenschlag, z.T. mit Wasserpflanzen
- f) Anschüttungen von Steinen (meist gerundet); meist starker Wellenschlag;
- g) nicht einbezogen wurden bislang Makrophytenbestände und Schilfflächen.

#### QUANTITATIVE PROBENAHME (TRANSEKTE):

Die bisher am Limnologischen Institut durchgeführten Probenahmen richteten sich hinsichtlich der Untersuchungsintervalle und den beprobten Tiefen nach den Fragestellungen der jeweiligen Bearbeiter (Baumgärtner, Mörtl, Scheifhacken). So wurde bis 2002 nur eine Stelle (Litoralgarten), diese jedoch mit bis zu 8 Tiefen, ab 2002 weitere Stellen mit reduzierten Tiefenstufen untersucht. Ab 2004 umfasst das routinemäßig durchgeführte Monitoring die Stellen Litoralgarten und Meersburg, die halbjährlich erfasst werden. Die Methode blieb über den gesamten Zeitraum weitestgehend identisch. Für die Tiefenbereiche MNW und MNW-3 m sowie 0,4 m unter dem aktuellen Pegel liegt ein umfangreicher Datensatz vor, anhand dessen bereits Interaktionen zwischen unterschiedlichen Makroinvertebraten beschrieben wurden [MÖRTL 2004, WERNER et al. 2004, BAUMGÄRTNER 2004]. Der damit verbundene hohe Aufwand besonders auch bei der Durchführung von Transektuntersuchungen lässt nur eine begrenzte Stellenanzahl zu, an denen Veränderungen der Artenzusammensetzung nach dem Einwandern von Neozoen in unterschiedlichen Tiefen erfasst werden können.

#### VORSCHLÄGE FÜR WEITERGEHENDE UNTERSUCHUNGEN

Die bisherige Anwendung unterschiedlich aufwändiger Probenahmemethoden hat sich bewährt, da dadurch eine gute Symbiose aus Informationsgewinn und Praktikabilität gewährleistet war.

Für weitere Untersuchungen sollte:

- weiterhin die Verbreitung der Neozoen durch das Besammeln bevorzugter Habitate bzw. Sammeln von Leerschalen erfolgen
- weitere halbquantitative Probenahmen nach Möglichkeit im Bereich der MNW-Linie erfolgen
- eine Erfassung von Referenzbiozönosen mit der quantitativen Methode zumindest auf der Mittelwasserlinie erfolgen. Basierend auf den Daten der bisherigen halbquantitativen Probenahmen wurden entsprechende Probestellen ausgewählt.
- an ausgewählten Stellen Tiefen transekte quantitativ beprobt werden. Dies ermöglicht ein detailliertes Erfassen möglicher Verdrängungsmechanismen und liefert eine fundierte Datengrundlage, anhand der z. B. auch Veränderungen im Nahrungsangebot für benthivore Fische dokumentiert werden können. Dabei sollten Standorte, von denen bereits Proben vorliegen, besonders berücksichtigt werden.

#### 3.4.2 ERGEBNISDISKUSSION

##### DIKEROGAMMARUS VILLOSUS

Das isolierte Vorkommen von *Dikerogammarus villosus* in einem zunächst sehr begrenzten Bereich des Bodensees lässt auf eine anthropogene Einschleppung der Art schließen - sei es durch Boote, Fischtransport oder durch entsorgtes Aquarienwasser. Gegen eine aktive Einwanderung spricht vor allem das Fehlen von Nachweisen über die 150 km lange Strecke zwischen dem Hochrhein bei Rheinfelden und dem Bodensee [REY & ORTLEPP 2002, REY et al. i. Druck].

Die Ausbreitung der Art wurde bislang besonders intensiv im Uferbereich verfolgt. Sie scheint in manchen Bereichen (westl. Überlingersee) konstant zu verlaufen, ohne dass größere Strecken übersprungen werden, was für eine aktive Ausbreitung der Art spricht. Im Falle des Langenargener Vorkommens kann es sich um eine weitere, verschleppte Initialpopulation handeln. Dass die Art bis Ende 2004 westlich von Hagnau nicht nachgewiesen wurde (Ausnahme: Immenstaad 2002!) und auch gegenwärtig an diesem Uferabschnitt eine lückige Verbreitung aufweist, stützt die Hypothese einer zweiten Initialpopulation. Andere mögliche Ursachen sind:

- *D. villosus* findet hier nur eingeschränkt und lokal geeignete Siedlungsverhältnisse vor;

- die Art breitet sich sublitoral aus (vgl. Tiefenverbreitung) und ist deshalb erst dann in Ufernähe nachweisbar, wenn die bevorzugten Substrate (größere Steine) zugänglich werden.

Der Einfluss von *D. villosus* auf die Benthoszönose des Bodensees wird sich erst nach weiteren vergleichenden Untersuchungen abschließend beurteilen lassen. Auffällig ist bereits jetzt die weitgehende Verdrängung anderer Gammariden-Arten, vor allem von *Gammarus roeseli*, in allen Bereichen, in denen *D. villosus* häufig ist. *Gammarus roeseli* hatte sich ebenfalls erst in den 1970er-Jahren im Bodensee ausgebreitet. Früher häufige Gammariden-Arten sind zum Teil gänzlich verschwunden (*Gammarus lacustris/bodanicus*) oder zeigen ihren Verbreitungsschwerpunkt im Bodensee-Untersee und im Seerhein (*G. fossarum*, Abb. 3.3.4).

Mit *D. villosus* verbreitet sich erstmals eine Amphipodenart im Bodensee, die infolge ihres bekanntermaßen aggressiven Fress- und Konkurrenzverhaltens nicht nur andere Amphipoden, sondern auch die Benthosbiozönose als Ganzes negativ beeinflussen kann. Die Ausbreitung über die übrigen Seeufer inkl. des Untersees scheint nur eine Frage der Zeit zu sein. Offen bleibt die Frage, inwieweit die Art auch in die Bodenseezuflüsse eindringen kann.

Die sich bisher über den Verlauf eines Jahres verteilenden Probenahmen sollten auf jeden Fall weitergeführt werden, damit die natürlichen Schwankungen der Benthosbesiedlung erfasst werden können. Nachdem sich *D. villosus* im See etabliert hat, sollte vermehrt das mögliche Eindringen in die Zuflüsse und dessen Folgen beobachtet werden.

Erst mit weiteren Untersuchungen wird auch der Einfluss der zunehmenden Verbreitung von *Dikerogammarus villosus* auf die übrige Benthoszönosen zu beurteilen sein. Hier gilt es verstärkt, die Bandbreite der benthischen Besiedlungsverhältnisse in den bisher noch nicht betroffenen Seeuferbereichen (Ost-, Südufer, Untersee) festzuhalten. Auch muss eine Kategorisierung der unterschiedlichen Seeuferbereiche als potenzieller Lebensraum für *D. villosus* erfolgen.

Eingehender als bisher sollte das Vorkommen von *D. villosus* auch in größeren Wassertiefen untersucht werden. Da die in grösseren Tiefen vorherrschenden Sandflächen ohne auf-

gelagerte Steine oder Makrophytenbewuchs von *D. villosus* nicht besiedelt werden, sind strenge Transektbeprobungen weniger von Interesse, als vielmehr das gezielte Aufsuchen geeigneter Habitattypen mit Angabe von deren Flächenanteilen. Insbesondere die Besiedlung von Makrophytenfeldern sollte intensiver untersucht werden.

#### CORBICULA FLUMINEA

Im östlichen Bodensee zeigt *Corbicula fluminea* im Bereich unterhalb der MNW-Linie bis in Tiefen um MNW -3 m hohe Biomassen (bis 4,4 g Trockenmasse/m<sup>2</sup>).

Diese hohen Biomassen von *C. fluminea* auf den nährstoffarmen sandigen Standorten am Rohrspitz entsprechen im Vergleich mit den Ergebnissen der Routinebeprobung der Universität Konstanz [BAUMGÄRTNER, 2004] der Biomasse, die alle Makroinvertebraten mit Ausnahme der Dreikantmuscheln an der reich strukturierten Untersuchungsstelle Litoralgarten erreichen (Mittelwert über 2 Jahre und 7 Untersuchungstiefen). Sie dominiert daher die Lebensgemeinschaft in diesen Weichsubstrathabitaten.

Ähnliches gilt für die Abundanzen: Während in der Literatur Dichten an Körbchenmuscheln von 39 ±17 Ind./m<sup>2</sup> für oligotrophe Seen und von 368 ±328 Ind./m<sup>2</sup> für mesotrophe Seen beschrieben werden [BEAVER, CRISMAN & BROCK, 1991], sind die Abundanzen am ersten Verbreitungsort der Art im oligotroph-mesotrophen Bodensee bereits höher: bis zu 640 Ind./m<sup>2</sup> (Einzelwert aus MNW -1 m) oder bei 564 Ind./m<sup>2</sup> (Mittelwert aus MNW -1 m). Dennoch scheint das Besiedlungspotenzial von *C. fluminea* im Bodensee noch nicht ausgeschöpft zu sein, da die juvenilen Exemplare (< 2 mm) in den Proben bisher nicht gezählt wurden und augenscheinlich noch keine Raumkonkurrenz auftrat. Die weitere Entwicklung sollte daher dringend beobachtet werden.

Aussagen über Interaktionen mit dem übrigen Zoobenthos, Plankton, Makrophyten oder möglichen Prädatoren (Wasservögel) können bisher noch keine getroffen werden, da dafür weder Erkenntnisse aus der Literatur vorliegen, noch die Datenlage ansatzweise ausreichend ist. Hier besteht Handlungsbedarf sowohl in Bereichen der Grundlagenforschung wie auch in fortgesetzten und ausgeweiteten quantitativen Monitoringuntersuchungen.

Zur Kontrolle der *C. fluminea*-Besiedlung und ihrer weiteren Ausbreitung sind speziell die Bereiche unterhalb der MNW-



Linie zu beobachten. Außer bei Niedrigwasserstand ist dies nur durch Tauchereinsätze befriedigend möglich.

Da *C. fluminea* bislang weniger als Seebewohner sondern vorwiegend als Art der Fließgewässer bekannt ist [MCMAHON 1983], ist mit ihrem Eindringen in den Alpenrhein und die Gewässer des Alpenrheintals zu rechnen. Dies dürfte dadurch begünstigt werden, dass diese Gewässer infolge Grundwassereinflusses gemäßigte Wintertemperaturen aufweisen.

### 3.5 ZUSAMMENFASSUNG

Im Jahr 2003 wurden erstmals die beiden invasiven Neozoenarten *Dikerogammarus villosus* (Crustacea: Amphipoda) und *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Veneroidea) im Bodensee nachgewiesen. Aufgrund dieser Funde wurde ein Programm zu einem Monitoring neu einwandernder Arten sowie ihrer Auswirkungen auf die litoralen Benthosbiozönosen ausgearbeitet.

In einem ersten Schritt wurden der Verlauf und gegenwärtige Stand der Ausbreitung der neuen Arten untersucht, der aktuelle Zustand der litoralen Benthosbiozönosen des Sees grob dokumentiert und Methoden für ein intensives Monitoring erprobt:

- - *Dikerogammarus villosus* ist seit Oktober 2002 im Bodensee nachzuweisen. Er besiedelte seither in zunehmender Zahl die Ufer des Überlingersees und fehlte zunächst in den übrigen Seeteilen. Im Verlauf des Jahres 2004 konnte er sich ostwärts bis an die Argenmündung ausbreiten, im Westen erreichte er das Nordufer des Konstanzer Trichters.
  - *D. villosus* siedelt bevorzugt unter stabilen Steinen und Platten in flachen Uferbereichen mit mäßigem Wellenschlag. - Die Ausbreitung von *D. villosus* geht am Bodenseeufer mit einem Rückgang von *Gammarus roeseli* einher. Die Auswirkung auf andere Arten ist noch ungenügend dokumentiert.
- - *Corbicula fluminea* ist im Bodensee seit September 2003 nachgewiesen. Sie besiedelt bislang ausschliesslich die

Flachwasserbereiche des südöstlichen Bodenseeufer (Rohrspitzgrund, Wetterwinkel).

- *C. fluminea* erreicht ihre höchsten Abundanzen 0-3 m unterhalb der mittleren Niedrigwasserlinie (MNW).

- - *C. fluminea* ist im Bodensee bislang nur auf sandigen Flächen nachgewiesen. Hier erreicht sie allerdings bereits sehr hohe Abundanzen (640 Ind/m<sup>2</sup>) und Biomassen (4,4 g TG ohne Schale).

- Die ersten Übersichtsaufnahmen der litoralen Benthosbesiedlung des Bodensees ergaben einige bemerkenswerte Befunde:

*Gyraulus parvus* (Gastropoda: Planorbidae), ein weiteres Neozoon, wurde im südöstlichen Seeteil gefunden;

*Choroterpes picteti* (Ephemeroptera) eine seltene Eintagsfliegenart trat in hohen Abundanzen im Bereich des südlichen Überlingersees und des Untersees auf;

*Unio crassus* (Bivalvia: Unionidae), eine bedrohte Großmuschelart wurde am nördlichen Bodenseeufer bei Wasserburg gefunden.

- Die bisherigen Erfahrungen mit den Probenahme-techniken für ein Langzeitmonitoring zeigen,
  - dass Vorkommen und Verbreitung vieler Arten durch ein enges zeitliches und räumliches Probenraster mit halbquantitativer Probenahme vom Ufer aus mit geringem Aufwand erfassbar ist;
  - dass das Vorkommen und Verbreitungsmuster einiger Arten (insbesondere von Mollusken) nur durch Probenahmen unterhalb der mittleren Niedrigwasserlinie (MNW) möglich ist, was zu bestimmten Jahreszeiten nur durch Taucher erfolgen kann;
  - dass die Auswirkungen des Auftretens neuer Arten auf die angestammten Biozönosen nur durch eine quantitative Probenahmetechnik ausreichend zu beurteilen ist;
  - dass sich intensive quantitative Probenahmen auf eine begrenzte Zahl von Habitattypen, repräsentativ für das gesamte Bodenseeufer, beschränken können.

Aufgrund der bisherigen Erfahrungen mit verschiedenen invasiven Neozoenarten am Rhein und am Bodensee wird die Durchführung eines Langzeitmonitorings zur Beobachtung dieser Arten und zur Dokumentation der Entwicklung der Benthosbiozönosen des Seeufers dringend empfohlen.

# 4 Vorbereitung der Neozoen-Datenbank

**WOLFGANG OSTENDORP, ARBEITSGRUPPE BODENSEEUFER (AGBU) & JÖRG OSTENDORP (BIO DATA DESIGN)**

## 4.1 DIGITALE NEOZOEN-DATENBANKEN IM INTERNET

Invasorische Mikroorganismen, Pflanzen- und Tierarten bereiten in vielen Ländern der Erde ernsthafte Probleme, so dass zahlreiche nationale Behörden, Forschungsinstitutionen, aber auch internationale Forschergruppen, Monitoring-Projekte und Konsortien auf verschiedene Weise damit befasst sind. Die meisten von ihnen haben eigene Web-Sites, auf denen Informationen zu den invasorischen Arten (Biologie, Ökologie, Verbreitungsgebiet, Verbreitungswege), mitunter auch zu den Bekämpfungsmethoden angeboten werden. Häufig sind die Informationen in interaktiven Datenbanken zusammengefasst, die direkt oder über Meta-Suchmaschinen erreicht werden können. Bei einer Übersichtsrecherche konnten rd. 60 Informationsseiten bzw. Datenbanken ermittelt werden (vgl. Literatur, Anhang 1). Die meisten Beiträge stammen aus den USA, was verständlich ist, da die nordamerikanische Flora und Fauna offenbar in besonderem Maße unter invasorischen Arten zu leiden hat. Erfasst sind terrestrische und aquatische Arten aus dem marinen und dem limischen Bereich. Einige Datenbanken sind weltumspannend, andere wiederum auf bestimmte Taxa bzw. ökologische Gruppen und auf bestimmte Gebiete (z. B. USA oder einzelne Bundesstaaten) beschränkt.

Die zur Verfügung gestellten Informationen sind häufig eher allgemein gehalten und für das interessierte Publikum gedacht, und auch nicht mit Quellenangaben versehen. Insofern sind sie nicht von allzu großer Bedeutung für das vorliegende Projekt. Andere Web-Inhalte verbreiten originale Informationen aus Forschungs- oder Überwachungsprojekten. Mitunter wird zusätzlich zum Web-Auftritt die Möglichkeit geboten, schriftliches Informationsmaterial oder elektronische „Newletters“ zu beziehen oder sich in

Mailing-Listen einzutragen. Allerdings war es in der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit nicht möglich, die Informationsgehalte zu prüfen und hinsichtlich ihrer Originalität und Zuverlässigkeit zu bewerten.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass das Informationspotential über Neozoen, das über das Internet erreichbar ist, groß ist, und die Möglichkeit schneller Reaktionen beim Auftreten neuer Arten am Bodensee eröffnet. Hierzu wird es zukünftig notwendig sein, die wirklich relevanten Datenbanken auszuwählen, Kontakte mit entsprechenden Experten zu pflegen und als eigenen Beitrag zu den weltweiten Informationsnetzen die eigene Datenbank verfügbar zu halten.

## 4.2 KURZBESCHREIBUNG DER NEOZOEN-DATENBANK „BODENSEE“

Während der Erfassung von Neozoen und ihrer Begleitfauna am Bodensee und in benachbarten Gebieten Südwestdeutschlands, Österreichs und der Schweiz werden in erheblichem Umfang Daten erhoben, die in einer komplexen Datenbank eingelesen und verfügbar gemacht werden sollen. Gleichzeitig soll die Datenbank das international verfügbare Wissen über die Ökologie und Verbreitung besonders wichtiger aquatischer Neozoen bereithalten. Die Datenbank dient nicht nur zur Verwaltung und Auswertung und Weitergabe der projektbezogenen Informationen innerhalb des Projektes sondern auch zur Bereitstellung von Daten für die interessierte Öffentlichkeit.

Das TP „Neozoen-Datenbank“ soll zukünftig zwischen den Freiland- und Laborarbeiten der anderen Teilprojekte und der öffentlichkeitswirksamen Präsentation der Projekt-

ergebnisse nach außen (Website) einschließlich der potentiellen Nutzer (Gewässerschutz, Naturschutz) vermitteln. Es soll den Kernbereich einer Kommunikationsplattform innerhalb und außerhalb des Gesamtprojektes darstellen.

Im vorliegenden Berichtszeitraum wurde zunächst die DB-Konzeption einschließlich der Datenverwaltung und der Eingabefelder und Eingabevorschriften ausgearbeitet.

Ziel war die Entwicklung einer Datenbank mit zugehöriger Anwendungsoberfläche, die es erlaubt, aquatische Neozoen-Funde sowie Informationen zu den weiter vorgefundenen Taxa zu erfassen. Sie soll darüber hinaus die Möglichkeit bieten, Literatur- und Adress-/Kontaktdaten zu erfassen, zu verwalten und diese mit den Fund- und Taxa-Angaben zu verknüpfen. Der unmittelbare Anlass sind die jüngsten aquatischen Neozoen-Funde am Bodensee; somit konzentriert sich die Datenbank räumlich auf Süddeutschland, die Schweiz und Österreich. Jedoch erlaubt das Datenbankkonzept eine unmittelbare Anwendung auch auf andere neozoische Arten sowie auf Fundorte außerhalb dieses Bereichs. Mit gewissen Anpassungen ist sie auch über diesen Bereich hinaus zur allgemeinen Verwaltung von Arten-, Fundort- und Fund-situationslisten geeignet.

Der vorläufige Aufbau des Datenbankmodells ist entsprechend in diese vier Teile gegliedert:

- eine Info-Datenbank
- eine Fund-Datenbank
- eine Literatur-Datenbank
- sowie eine Adress- bzw. Kontaktverwaltung,

die innerhalb einer MS Access 2000-Datenbank vernetzt sind. Für Anwender ohne Zugriff auf Access kann eine Version der Datenbank mit einer Runtime-Umgebung ausgegeben werden.

Die Entwicklung erfolgt mit einem deutschen MS Access 2000 Die Anwendung ist unter Windows-32bit-Systemen (von Windows 98SE bis WindowsXP) lauffähig, sie ist für Bildschirmauflösungen von 800x600 und 1024x768 dpi bei 96dpi-Schriftgrad (Standard) optimiert.

Die Anwendung ist ein reines Desktop-Programm (keine Client-Server-Lösung). Die Dateneingabe erfolgt von „Außendienstmitarbeitern“ an nicht vernetzten Computern, was eine regelmäßige Replikation erforderlich macht.

Die Auslieferung erfolgt in zwei Versionen:

- mit offenem Quellcode für den Administrator
- als kompilierte Versionen für Nicht-Administratoren (Mitarbeiter, Gäste)

Die Datenbank besteht aus sieben verschiedenen Access-Dateien, je einem Front- und einem Backend für die drei Nutzergruppen Administrator, Mitarbeiter und Gäste sowie der gemeinsamen Arbeitsgruppen-Informationsdatei (mdw). Frontends enthalten alle programmierten Objekte und sämtlichen Code (Applikationsoberfläche), Backends ausschließlich die Daten.

Die Datenbank wird an einer zentralen Stelle administriert (Administrator). Diese „Master-DB“ dient in erster Linie der Daten-Replikation und -Pflege sowie der Nutzerverwaltung. Die Dateneingabe selbst erfolgt in Replikaten durch Mitarbeiter, sozusagen im „Außen-dienst“ ohne direkten Anschluss/Zugriff auf die Master-DB. Diese „Mitarbeiter“ fügen in eigener Verantwortung die von ihnen (und ggf. einem weiteren Kreis von Informanten) gewonnenen Informationen in die Datenbank ein. Sie haben Zugang zu allen Eintragsfeldern, Eintragsformularen, Abfrageformularen, können aber kategorisierte Daten nicht beeinflussen. Bearbeitete Mitarbeiter-Replikate werden von Zeit zu Zeit vom Administrator in die Master-DB eingelesen, im Gegenzug wird ein „frisches“ Replikat ausgegeben. Das Frontend der Mitarbeiter ist eine kompilierte \*.mde, ohne Zugriff auf den Quellcode. Das Backend ist eine \*.mdb jedoch ohne direkten Zugriff auf die Tabellen oder das Design.

Gäste-Replikate werden erst nach Ende der Haupt-Datenerfassungsperiode erstellt. Das Gäste-Frontend ist ebenfalls eine kompilierte \*.mde, das -Backend eine \*.mdb. Beide Teile sind jedoch mit einem etwas anderem Funktionsumfang bzw. Datenbankinhalt versehen. So können „Gäste“ auf die meisten Felder durch Abfrageformulare zugreifen; sensible Informationen, z.B. Adressen und Kontaktverwaltung werden jedoch vorher aus ihrem Backend gelöscht. Für die Gäste-Version sind regelmäßige Daten-Updates vorgesehen.

Die Anbindung der Neozoen-Datenbank an Windows-basierte Geographische Informationssysteme ist i.d.R. problemlos über OLE, ODBC oder DDE möglich.

Insofern die Daten keinen ungenaueren Literaturangaben entnommen wurden, stehen für eine Übernahme der geografischen Daten einerseits die Polygon-Angaben (UTMXmin/max, UTMYmin/max, UTMZone) zur

Verfügung, andererseits können auch Mittelpunkte berechnet werden, falls eine Übernahme der UTM-Rasterflächen in Form von Punktgeometrien vorgezogen wird.

## 5 Informationsnetz und Kooperationspartner

### PETER REY, HYDRA BÜRO KONSTANZ

#### 5.1 WEITERE AKTUELLE INFORMATIONEN UND OFFENE FRAGEN

Kurz nach der Entdeckung von *Dikerogammarus villosus* und *Corbicula fluminea* im Bodensee hatte sich die Arbeitsgruppe konstituiert, die 2004 auch die vorliegenden Untersuchungen durchgeführt hat. Es wurde als wichtig erachtet, schnellstmöglich alle Fischerei- und Gewässerschutzfachstellen im Einzugsgebiet des Bodensees über die Ausbreitung der als invasorisch bekannten Neueinwanderer zu informieren. Durch Presseberichte in regionalen Medien wurde auch die Bevölkerung über die neue Entwicklung in Kenntnis gesetzt. Das Seenforschungsinstitut der LfU in Langenargen, das Limnologische Institut der Universität Konstanz und das HYDRA-Institut wurden als Adressaten für den Eingang weiterer Beobachtungen aufgeführt.

#### AKTUELLE INFORMATIONEN

Die Thematik stieß auf weites Interesse und schon bald konnten neue Informationen gesammelt werden, die vor allem die bisher zu wenig beachteten neozoischen Großkrebse im Bodensee betraf. Eine Auswahl sei an dieser Stelle kurz aufgeführt:



Abb. 5.1.1: Bei Langenargen 2004 gefangene Wollhandkrabbe (*Eriocheir sinensis*). Foto: Mürle

Der Kamberkrebs *Orconectes limosus*, aus dem westlichen Bodenseegebiet bereits in sehr dichten Beständen bekannt, scheint sich in den letzten Jahren kontinuierlich nach Osten hin auszubreiten und ist nun auch am St. Galler Bodenseeufer angelangt (KUGLER, mdl.). Zumindest ein Fall ist bekannt, dass *Orconectes* durch einen Schaufelraddampfer bis an das Vorarlberger Seeufer transportiert wurde (LUNARDON, mdl.).



Der Signalkrebs *Pacifasciatus leniusculus* wurde zunächst in einem Teich im Einzugsgebiet der Schwarzach ausgesetzt und verbreitete sich wahrscheinlich von hier aus via Schwarzach in die Dornbirnerach. Er zeigt nun bereits Vorkommen in mehreren Fließgewässern des Vorarlberger Rheintals links und rechts der Dornbirnerach und ist auch in deren Mündungsbereich im Bodensee nachgewiesen worden [HUTTER, mdl.].

In den oben beschriebenen Trappnetzfangen vor dem Schloss Monfort in Langenargen wurde im November 2004 auch eine Chinesische Wollhandkrabbe (*Eriocheir sinensis*) gefunden. Dieser Nachweis ist der zweite seit 1983, als sich mehrfach Krabben dieser Art in Grundnetzen zwischen Staad und Dingelsdorf verfangen hatten (SULGER, mdl. Mitt.).

Aus der Aach bei Rielasingen, einem Bodenseezufluss, wurde 2003 nachträglich die Entdeckung von Karibischen Landkrabben der Familie Gecarcinidae in einer selbst gegrabenen Wohnröhre gemeldet. Der Finder hatte die Tiere eingefangen und in den Bach geworfen.

Im Rahmen von Untersuchungen zur Nahrungswahl von Fluss- und Kaulbaarsch durch die AG Fischökologie des Limnologischen Instituts wurde in diesem Sommer festgestellt, dass *Dikerogammarus* von beiden Fischarten in z. T. erheblichen Mengen gefressen wird. Weitere Untersuchungen zur Bedeutung von *Dikerogammarus* als Fischnährtier sind geplant.

#### OFFENE FRAGEN

Im Rahmen der 2004 durchgeführten Untersuchungen wurden weitere Fragen zum Thema „Neozoen im Bodensee“ aufgeworfen, die es einerseits aus Gründen des Gewässer- und Artenschutzes, aber auch im Rahmen von Programmen der prozessorientierten Grundlagenforschung zu beantworten gilt. Vor allem seitens des Limnologischen Instituts der Universität Konstanz ist geplant, der Thematik künftig einen noch höheren Stellenwert als bisher einzuräumen. Die Mitglieder der Arbeitsgruppe kamen zum Schluss, dass sich die weitere Behandlung der Thematik nicht auf die beiden neu eingeschleppten Arten beschränken darf, sondern eine generelle ökologische Beurteilung potenziell invasiver Neozoen im See zum Ziel haben muss.

Im einzelnen wurden bisher folgende vorläufigen Fragen formuliert:

#### A) Fragen zu Neozoen im Allgemeinen

- Welche Neozoen aus welchen Tiergruppen leben bereits im Bodensee? Welche von ihnen können sich heute oder könnten sich unter veränderten Umgebungsbedingungen vermehren?
- Welche aquatischen Neozoen zeigen im Bodensee invasive Ausbreitung?
- Für welche Neozoen besteht eine ökologische/ökonomische Schadensvermutung?
- Welche weiteren Arten könnten mittelfristig in den Bodensee eingeschleppt werden? Auf welchem Wege könnten sie eingeschleppt werden?
- Kann die Einschleppung und Ausbreitung von Neozoen durch geeignete Maßnahmen verhindert/begrenzt werden? Wie sehen diese Maßnahmen aus und wie können sie umgesetzt werden?
- Wie hoch ist die Gefahr einzuschätzen, dass zusammen mit Neozoen auch neozoische Krankheitserreger eingeschleppt werden und welche sind dies (Beispiel: Krebspest; Schwimmblasenwurm beim Aal u.a.)?

#### B) Fragen zu *Dikerogammarus* und *Corbicula*

- Welche Auswirkungen haben die beiden invasiven Arten auf die angestammte Litoral-Biozönose? Gibt es Konkurrenz und wenn ja, in welcher Form?
- Wie entwickeln sich ihre Populationen im Bodensee langfristig? Gibt es Prozesse/Mechanismen der Eigenregulierung?
- Können sich *Dikerogammarus*, *Corbicula* oder weitere invasive Arten auch im Einzugsgebiet des Bodensees ausbreiten?
- Wann und wie werden die beiden Arten von Fischen als Nahrungsorganismen genutzt? Hat dies eine Auswirkung auf die Fischbiozönose, den Fischbestand und das Fressverhalten der Fische?

#### C) Fragen zu Neozoischen Grosskrebsen und Mollusken

- Wie breiten sich Kamberkrebs, Galizischer Sumpfkrebs und Signalkrebs im Bodensee und seinem Einzugsgebiet aus?
- Wie beeinflussen der Kamberkrebs, der Galizische Sumpfkrebs und der Signalkrebs die jeweiligen Biozönosen im Einzugsgebiet des Bodensees und im Bodenseelitoral?

- Können sich unter aktuellen Lebensraumbedingungen weitere, in den Handel gelangende Großkrebs- und Molluskenarten im Bodensee und/oder seinem Einzugsgebiet ausbreiten? Welche sind dies?
- Welchen Einfluss haben neozoische Großkrebse auf autochtone Arten wie den Steinkrebs und den Edelkrebs?

## 5.2 KOOPERATIONSPARTNER

Für künftigen Informationsaustausch, inhaltliche Zusammenarbeit und die Abgleichung von Untersuchungsinhalten wurden bereit während des Programms 2004 wichtige Kooperationspartner in den Ländern und Kantonen des Bodenseegebiets sowie darüber hinaus gewonnen. Es sind dies im Einzelnen:

### *Österreich, Land Vorarlberg:*

- Landesfischereizentrum der Vorarlberger Landesregierung, Hard
- Umweltinstitut des Landes Vorarlberg, Bregenz

### *Schweiz:*

- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern
- Amt für Umweltschutz des Kantons St. Gallen
- Amt für Jagd und Fischerei des Kantons St. Gallen

### *Liechtenstein:*

- Amt für Umweltschutz Liechtenstein, Vaduz-Triesen

### *Baden-Württemberg:*

- LfU Baden-Württemberg, Institut für Seenforschung, Langenargen
- Fischereiforschungsstelle des Landes Baden-Württemberg, Langenargen
- Limnologisches Institut der Universität Konstanz

### *Bayern:*

- Wasserwirtschaftsamt Kempten

# 6 Vorschläge zur Information der Öffentlichkeit

PETER REY, HYDRA BÜRO KONSTANZ

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnten noch keine Aussagen darüber getroffen werden, durch welche Maßnahmen eine bereits erfolgte Ausbreitung invasiver Neozoen im Bodensee gebremst und ein möglicher ökologischer/ökonomischer Schaden in Grenzen gehalten werden kann. Verschiedene Vorsorgemaßnahmen können jedoch dazu beitragen (vgl. Abb. 1.1, S.9), dass die Einschleppung weiterer Arten eingeschränkt werden kann, ebenso eine Weiterverbreitung vom Bodensee aus in andere Gewässer. Eine entscheidende Vorsorgemaßnahme ist es, die Öffentlichkeit in geeigneter Weise über die Problematik zu informieren.

## 6.1 WICHTIGE ZIELGRUPPEN

Neben einer generellen Information zur Neozoenproblematik in entsprechenden Presseartikeln oder im Rahmen öffentlicher Veranstaltungen müssen im konkreten Fall Bodensee ausgewählte Zielgruppen angesprochen werden, die durch ihr Verhalten eine weitere Neozoenverbreitung entscheidend beeinflussen können. Ausgehend von den in Kapitel 2.3 vorgestellten Verbreitungswegen sind dies die Besitzer von Wanderbooten, Hafenmeister, Personengruppen aus Fischerei, Fischzuchten und Teichwirtschaft sowie Aquarianer und Aquarienhandel.

## 6.2 STECKBRIEFE NEU EINGESCHLEPPTER WIRBELLOSER NEOZOEN

Bereits im Sommer 2004 wurden kurze und einfach formulierte Steckbriefe der Arten *Dikerogammarus villosus*

und *Corbicula fluminea* sowie eine generelle Information zum Neozoenproblem (Abb. 6.2.1 bis 6.2.3) an die Gewässerschutzfachstellen zur Vervielfältigung und weiteren Streuung ausgehändigt. Das gleiche Informationsmaterial wurde im Rahmen eines internationalen Naturschutztages in Kreuzlingen an ca. 150 interessierte Besucher verteilt. Die beiden Arten, aber auch neozoische Großkrebse und Fische aus dem Bodensee konnten als lebende Tiere in Aquarien beobachtet werden.

Bei dieser und bei anderen Veranstaltungen mussten generelle Missverständnisse ausgeräumt werden, welche ein großer Teil der Öffentlichkeit mit dem Thema Neozoen in Verbindung bringt. Viele Personen sind der Meinung, dass neue Tier- und Pflanzenarten stets bewusst und/oder zu Bewirtschaftungszwecken eingeführt wurden - Fische und Großkrebse zu Speisezwecken - Kleinlebewesen als Fischnährtiere. Ebenso oft wird auch die Ansicht vertreten, dass invasiv auftretende Arten zu Forschungszwecken ausgesetzt wurden und nun nicht mehr kontrollierbar sind. Verbreitungswege von Neozoen, wie sie in der wissenschaftlichen Literatur diskutiert werden (vgl. Kap. 2.3) sind in der Öffentlichkeit dagegen weitestgehend unbekannt.

Diese und andere Erfahrungen zeigen, dass für den Bereich Öffentlichkeitsarbeit künftig ein ganz besonderer Handlungsbedarf besteht. Die Arbeitsgruppe plant, weitere diesbezügliche Konzepte auszuarbeiten.

# Vorsicht Neozoen!

In den letzten Jahren werden immer mehr Tiere aus anderen Gebieten der Erde oder aus anderen Gewässern (Neozoen = neue Tierarten) in den Rhein und den Bodensee eingeschleppt.

Einmal hier angekommen, können sie sich massenhaft vermehren und dabei die bisherigen Lebensgemeinschaften stark verändern oder sogar schädigen.

Für die Verschleppung von wasserlebenden Neozoen durch den Menschen gibt es mehrere Ursachen. Hierzu gehören so genannte „Wanderboote“, die ungesäubert oder mit Wasserresten an den Bodensee gelangen, aber auch Aquarianer, die fahrlässig Aquarieninhalte samt Tieren in den See, in Teiche oder die Kanalisation entsorgen.

Bitte helfen Sie mit, durch vorsorgliches Handeln eine weitere Einschleppung und Verbreitung von Neozoen zu verhindern. Bitte machen Sie auch andere Personen auf dieses Problem aufmerksam.

## AUFFÄLLIGE WIRBELLOSE NEOZOEN AUS DEM BODENSEE





# Gesucht!

## *Dikerogammarus villosus* (Großer Höckerflohkrebs)

**Kennzeichen: bis 2 cm groß, „Wespen“-Zeichnung, stark behaarte Fühler; lebt unter Steinen am Bodenseeufer. Der Flohkrebs ist 2002 erstmals am Bodensee gefunden worden. Er hat sich in der Zwischenzeit bereits im ganzen Überlinger See verbreitet und wandert gerade in den Konstanzer Trichter ein. Dabei frisst oder verdrängt er viele andere wirbellose Tiere des Seebodens.**

**Die „Invasion“ des Höckerflohkrebses wird derzeit in einem internationalen Forschungsprogramm untersucht.**



Abb. 6.1.2: Informationsblatt Neozoen-Steckbrief *Dikerogammarus villosus* (Bildnachweis s. Kap. 2)

# Gesucht!

## *Corbicula fluminea*

### (Grobgerippte Körbchenmuschel)

Kennzeichen: bis 3 cm groß, gelb oder braun. Stark ausgeprägte Rippen auf den Schalenhälften; lebt hauptsächlich im sandigen und schlammigen Uferbereich. Die Muschel ist 2003 erstmals am Bodensee gefunden worden. Bis heute kommt sie nur am vorarlberger Ufer im Bereich „Rohrspitz“ vor. Da sich die Muschel sehr schnell vermehrt, erwarten wir ihre rasche Ausbreitung an mehreren Stellen des Bodenseeuferes.

Die Verbreitung der Körbchenmuschel wird derzeit in einem internationalen Forschungsprogramm untersucht.



## LITERATUR

- Baumgärtner D.* (2004). Principles of macroinvertebrate community structure in the littoral of Lake Constance. Verlag Regionalkultur, Heidelberg. 197 S. (Dissertation Universität Konstanz).
- Beaver J.R., Crisman T.L. & Brock R.J.* (1991): Grazing effects of an exotic bivalve *Corbicula fluminea* on hypereutrophic lake water. - *Lake and Reservoir Management* 7(1):45-52.
- Benke A.C., Huryn A.D., Smock L.A.; Wallace J.B.* (1999): Length-mass relationships for freshwater macroinvertebrates in North America with particular reference to the southeastern United States. - *Journal of the North American Benthological Society* 18(3):308-343.
- Devin S., Piscart C., Beisel J.N. & Moreteau J.C.* (2003): Ecological traits of the amphipod invader *Dikerogammarus villosus* on a mesohabitat scale. - *Archiv für Hydrobiologie*, 158(1): 43-56.
- Dick J.T.A., Platvoet D., Kelly D.W.* (2002): Predatory impact of the freshwater invader *Dikerogammarus villosus* (Crustacea: Amphipoda). - *Can. J. Fish. Aquat. Sci* 59(6): 1078-1084.
- Downing J.A.*, 1984: Sampling the benthos of standing waters. – In: Downing, J. A and F. H. Rigler (eds.): *A Manual on Methods for Assessment of Secondary Production in Fresh Waters*. p. 87–130. Blackwell scientific publications, Montreal, Quebec, Canada.
- Isom B.G.* (1986): Historical review of Asiatic clam (*Corbicula*) invasion and biofouling of waters and industries in the Americas. - *American Malacological Bulletin, Spec. Edition No. 2* (Proc. of the 2nd Internat. *Corbicula* Symposium): 1-5.
- Jazdzewski K., Konopacka A. & Grabowski M.* (2004): Recent drastic changes in the gammarid fauna (Crustacea, Amphipoda) of the Vistula River deltaic system in Poland caused by alien invaders. - *Diversity & Distributions* 10(2): 81-87.
- Jungbluth J.H. & Bürk R.* (1985): Vorläufige „Rote Liste“ der bestandsgefährdeten Schnecken und Muscheln Baden-Württembergs. Bearbeitungsstand September 1982. - *Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 59/60, 121-142 [http://www.xfaweb.baden-wuerttemberg.de/nafaweb/berichte/pasw\_01/rote0017.html].
- Jungbluth J.H. & von Knorre D.* (1998): Rote Liste der Binnenmollusken [Schnecken (Gastropoda) und Muscheln (Bivalvia)] - (Bearbeitungsstand 1994). – In: Bundesamt f. Naturschutz (Hrsg.): *Rote Liste gefährdeter Tiere Deutschlands: Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 55: 283-289; Bonn-Bad Godesberg.
- Kinzler W. & Maier G.* (2004): Asymmetry in mutual predation: possible reason for replacement of native gammarids by invasives. - *Arch. Hydrobiol.* 157(4): 473-481.
- Maier G.* (2004): Vortragsmitschrift, Neozoensymposium Langenargen, 5.3.2004.
- Malzacher P.* (1981): Rote Liste der in Baden-Württemberg gefährdeten Eintagsfliegen (Ephemeroptera). - *Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ.* 53/54, 145-147 [http://www.xfaweb.baden-wuerttemberg.de/nafaweb/berichte/pasw\_01/rote0002.html].
- Malzacher P., Jacob U., Haybach A. & Reusch H.* (1998): Rote Liste der Eintagsfliegen (Ephemeroptera). - in: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): *Rote Liste gefährdeter Tiere in Deutschland. - Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 55: 264-267, Bonn-Bad Godesberg.
- McMabon R.F.* (1983): Ecology of an invasive pest bivalve, *Corbicula fluminea*. - In: *The Mollusca*. Vol. 6. Ecology. WD Russel-Hunter (ed.), Academic Press, Inc. pp. 505-561.
- McMabon R.F.* (1999): Invasive characteristics of the freshwater bivalve *Corbicula fluminea*. - In: *Nonindigenous Freshwater Organisms. Vectors, Biology, and Impacts*, R. Claudi & JH Leach (eds.), Lewis Publishers, pp. 315-343.
- Mörtl M. & Rotbhaupt K.-O.* (2003): Effects of adult *Dreissena polymorpha* on settling juveniles and associated macroinvertebrates. - *International Review of Hydrobiology* 88: 61 - 69.
- Mörtl M.* (2004): Biotic interactions in the infralittoral of Lake Constance. - *Dissertation, Universität Konstanz*. 159 S.
- Mürle U., Becker A. & Rey P.* (2004): *Dikerogammarus villosus* (Amphipoda) im Bodensee. - *Lauterbornia* 49: 77-79.
- Rey P., Ortlepp J. & Kury D.* (i. press): Wirbellose Neozoen im Hochrhein - Ausbreitung und ökologische Bedeutung. - *Schriftenreihe Umwelt Nr.* 380, BUWAL, Bern.
- Rey P. & Ortlepp J.* (2002): Koordinierte biologische Untersuchungen im Hochrhein 2000; Makroinvertebraten. - *Schriftenreihe Umwelt Nr.* 345: 98 S., BUWAL Bern.
- Schmid G.* (1983): Mollusken vom Mindelsee. - *Die Naturschutzgebiete Baden-Württembergs*, 11 (Der Mindelsee): 409-500; Landesanstalt für Umweltschutz, Ludwigsburg und Karlsruhe.
- Stewart T.W. & Haynes J.M.* (1994): Benthic macroinvertebrate communities of southwestern Lake Ontario following invasions of *Dreissena*. - *Journal of Great Lakes Research* 20, 479 - 493.
- Stewart T.W., Melzer J.G. & Lowe R.L.* (1998): Quantifying mechanisms for zebra mussel effects on benthic macroinvertebrates - Organic matter production and shell-generated habitat. - *Journal of North American Benthological Society* 17: 81 - 94.
- Werner S. & Mörtl M.* (2004): Erstnachweis der Fluss-Körbchenmuschel *Corbicula fluminea* im Bodensee. - *Lauterbornia* 49: 93-97, Dinkelscherben.
- Werner S.* (2004): Einfluss überwinternder Wasservögel auf Chara-Arten und *Dreissena polymorpha* am westlichen Bodensee. - *Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Institut für Seenforschung* 4, 73 S.

ANHANG 1: ERGEBNISSE DER RASTERPROBENAHMEN

Datum	03.08.04	03.08.04	03.08.04	03.08.04	03.08.04	06.08.04	06.08.04	06.08.04	06.08.04	05.08.04	05.08.04	04.08.04	05.08.04	05.08.04	05.08.04	05.08.04	05.08.04	05.08.04	04.08.04	04.08.04	04.08.04	04.08.04	15.08.04	15.08.04	15.08.04	15.08.04	15.08.04	10.08.04	10.08.04	10.08.04	
Probenfläche [m²]	8x0,1	6x0,1	9x0,1	5x0,1	10x0,1	4x0,1	5x0,1	6x0,1	3x0,1	6x0,1	6x0,1	7x0,1	7x0,1	7x0,1	8x0,1	3 Platten	4x0,1	4x0,1	8x0,1	5x0,1									3x0,1	4x0,1	4x0,1
Ort	Eschenz	Wangen	Berlingen	Radolfzell	Mettau	Allensbach	Reichenau-Schiffstände	Reichenau-Genslehorn	Konstanz-Stromeyersdorf	Konstanz-Rosenau	Konstanz-Wasserwerk	Konstanz-Egg	Wailhausen	Bodman	Sippingen	Überlingen-Goldbach	Unteruhdingen	Hagnau	Fischbach	Langenargen	Wasserburg	Lindau	Mündung Bregenzerrach	Fussacher Bucht	Rohrspitz	Arbon	Uttwil	Bottinghofen			
Probestelle Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
<b>Hydrozoa</b>																															
Hydrozoa indet.																							6								
<b>Porifera</b>																															
Porifera indet.		X	X	X		X		X		X						X															
<b>Turbellaria</b>																															
Turbellaria indet.	4																														
Dugesia spec.				18																											
Dugesia luquibris/polychroa						3	2	3	20												4										
<b>Nemathelminthes</b>																															
Nematoda indet.																					18	22	2			29					
Acanthocephala																					2										
<b>Bivalvia</b>																															
Unio crassus																							2								
Dreissena polymorpha	1	23	14	2		18	2	3		2	27	6		10	26	8	13	15	3		36	6512	1202	942	166		45	3			
Sphaeriidae indet.				2	1																										
Sphaerium corneum								2														2					2				
Pisidium spec.	4	3	1					5			27	73		6			5	3	5		6	3	9	48	26		18	43			
Pisidium amnicum																						2									
Pisidium henslowanum											3											2									
Pisidium milium																															
Corbicula fluminea																															
<b>Gastropoda</b>																															
Viviparus cf. ater				2																											
Bithynia tentaculata	8		7	8	4	70	2	17	17		12	4	1	14	29	98	15		19	2	16	3	5	11	10		5	48			
Radix spec.	1											1				3		8			2										
Radix auricularia						5				3		6	3	3				5					3	2			3	3			
Radix ovata					5			3														2							5		
Physella acuta					3	45						1									2		3								
Valvata spec.																											3	10			
Valvata cristata																						2									
Valvata piscinalis																						8	10	2		2					
Planorbis carinatus					2		2	2	3		2											6	3								
Planorbis planorbis		2		6	4	25	10	3		3				25	4					3											
Planorbidae indet.			4		15	20			3							4	3						3					3			
Gyraulus albus	3			4	4	5																	4		5		3				
Gyraulus cf. parvus																									2		2				
Bathymphalus contortus					13			80											3												
Ancylus fluviatilis									7																						
Potamopyrgus antipodarum									2														2	3		9	2	3			
Stagnicola corvus										5																					
Galba truncatula																							2								
Succinea putris																							2								
<b>Oligochaeta</b>																															
Oligochaeta indet.	9	3	12	200	10		4	15	7		42	62	1	210		45	8	48		14	138	195	64	46	173	36	33	8			
Eiseniella tetraedra											8			1		11					2		2	2							
Lumbriculidae indet.		20									22																				
Stylaria lacustris	9		2			150	60	5														2		2			13		3		
Branchiura sowerbyi																					2	2		2	2	2					
<b>Hirudinea</b>																															
Glossiphoniidae indet.	1	3				5																							3		
Glossiphonia spec.	1	7	2	2				7																					5		
Hemiclepsis marginata								2																							
Theromyzon tessulatum					1																		3								
Erpobdellidae indet.	4	2	4	24	1	8	40	60		5	5	3	1	39							4						40	13	5		
Erpobdella octoculata																							6	19	5	7					
Helobdella stagnalis	34	85	36	44	3	3	4	5			7										11		48	32	25	7	6	63	10	95	
Piscicolidae indet.				2																											
Piscicola geometra																								2	5			3	3		
<b>Acari</b>																															
Hydracarinae indet.	15			4	30	100	24	117						3	3		8	3	11	4	12	16	5	18	3	17	5	18			
<b>Crustacea</b>																															
Asellus aquaticus	34	22		10					10						1								2		3						
Dikeroгамmarus villosus										45	3	71	34	11	5	14	5	5				2									
Gammarus spec.	1	7					2		10	251																					
Gammarus pulex/fossarum				24		5				57																					
Gammarus roeselii	41	10	58	52		4			627	538	222	1		3				5	13	38	10	64	3	5			182	15	8		
Ostracoda indet.																															
Decapoda juv.										1																					



Probestelle Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
<b>Ephemeroptera</b>																														
Baetidae indet.	3									12	2			4					1			2	16					5		
Baetis spec.										7										8					10	3				
Cloeon spec.	1		4	6				2																						
Cloeon dipterum	35	2			4	80		2						3														8		
Cloeon simile				2			2	2																						
Centropitulum luteolum				2						2	20			20	38	11	20			5								25		
Ecdyonurus spec.										5	38						3	23												
Ephemerella ignita									20											2										
Caenis spec.												17	8			11	40			8	40	13	41	645	21	86		40		
Caenis horaria	306	251	286	700	600	78	174	33	3	3		6		7						6	16					13		5		
Caenis cf. lactea					38							3		1							19						3	68		
Caenis luctuosa/macrura				140	12		28			7	2	4	3				13	28	85							53	18			
Ephemera spec.														28																
Ephemera danica													6																	
Choroterpes picteti	5										175																	23		
<b>Plecoptera</b>																														
Leuctra spec.																				2										
<b>Odonata</b>																														
Sympetrum spec.																									2					
<b>Heteroptera</b>																														
Micronecta spec.	39	13	46	24	1	363	160	20		17		1		1					5	10	2	12	42		5		3	5		
Corixinae indet.								35																						
<b>Megaloptera</b>																														
Sialis spec.			1																											
<b>Coleoptera</b>																														
Berosus spec. La	4				2																									
Hydroporinae indet. La			2																											
Laccobius spec. La																			3											
Bidessus spec. La															3															
Bidessus spec. Im																										7				
Scarodytes spec. La	5	2	1																									10		
Laccophilus spec. La																					2									
Laccophilus minutus La	4																													
Nebrioporus depressus	1																													
Hyphydrus ovatus La	1																													
Haliplus spec. La														1																
Haliplus spec. Im								2													6				2					
Elmis spec. La										3												4		2						
Elmis spec. Im				2						2																				
Limnius spec. La										25																				
Oulimnius spec. La																				1		2	6		5					
Dryops spec. La								5		12	3						6		5		2									
<b>Lepidoptera</b>																														
Acentria ephemerella				3	5			2																	59					
<b>Trichoptera</b>																														
Trichoptera Puppe indet.			1	4				3																					5	
Hydroptila spec.									3	3			1	1	4	3			3	3	2	6	10							
Orthotricha spec.					3																	38	365	14	48	2	10	3		
Agraylea multipunctata/cognatella					3																									
Hydropsyche																						4								
Ecnomus tenellus																							3	7						
Neureclipsis bimaculata									7																					
Polycentropus flavomaculatus	1		10		3					18	32	3		1	4					20	3	6		10		2	7	35		
Tinodes waeneri	98	7	88	12	5	225	196	668	3	67	112	168	1	57	6	238	85	180	40	6	34	205	59	2		429	300	25		
Limnephiliidae indet.																														
Goera pilosa																						6								
Leptoceridae indet.															3								3		5					
Oecetis spec.																									5	3				
Mystacides spec.		5		2				2																						
Mystacides azurea	185	8	46	6	4		4		182	12	5	1	1	29	8	14				8	2			3	2		5	7	23	
Mystacides longicornis	10	2		6		3								3												2		3	3	
Ceraclaea spec.									3																				3	
Athripsodes spec.																														
Athripsodes cinereus			3	2										5		8	4	6												
Sericostoma spec.																														
Molanna cf. angustata			1																											
<b>Diptera</b>																														
Chironomidae indet. / Puppe	3	5												22			11	10	5	15		44	67	7	9	2		3		
Chironomini indet.	5	27	34	60	76	5	14	50	3	12	122	1190	17	280	1	11	20	13	475	300							17	268	38	
Chironominae indet.																														
Microtendipes pedellus-Gr.	21		3	146	1	8	112	35	330	8	58	17	6	280	4	87	13	25	875									660	50	18
Harmischia-Gr.	1	5	8		4				7					4	14	15													3	
Tanytarsini indet.	23	25	143	182	65	5	14			27	33	630		84						22	75	23	600	68			53	15	115	
Tanytarsini indet.	75	52	24	6	11	5	2	5	10	80	209	420	34	266	14	134	93	350	600	240	12	6	5	23			20	38	25	
Orthocladiinae indet.	30		88	2		125	68	13		38	58	17		224	44	3	25	5	200	600	1368	912	27</							

**ANHANG 2: LISTE DER RASTERPROBESTELLEN**

Ort		Lage	geogr Koord.	Untersuchungstermine				
Nummer und grau hinterlegt:		Rasterprobestellen						
	Tägerwilen	Seerhein Kuhhorn	09°08'49"O 47°39'57"N				17.03.04	
03	Berlingen	Freibad	09°00'37"O 47°40'20"N				17.03.04	03.08.04
01	Eschenz	Strandbad	08°52'59"O 47°39'08"N				17.03.04	03.08.04
	Öhningen	Stiegen: Strandbad	08°53'22"O 47°39'16"N				x	
02	Wangen	Hafen	08°55'40"O 47°39'37"N				x	03.08.04
	Moos	Bootschafen	08°56'27"O 47°43'36"N				x	
04	Radolfzell	Bahnhof	08°58'02"O 47°44'08"N					06.08.04
05	Metttau	Aussichtsturm	09°00'13"O 47°43'46"N					03.08.04
06	Allensbach	Hafen	09°03'54"O 47°42'55"N					06.08.04
	Reichenau	Yachthafen	09°03'46"O 47°42'05"N				19.03.04	
	Reichenau	Strandbad	09°03'30"O 47°42'14"N				19.03.04	
08	Reichenau-Niederzell	Genslehorn	09°02'35"O 47°42'05"N				19.03.04	06.08.04
07	Reichenau-Mittelzell	Schiffslände	09°03'22"O 47°41'23"N					06.08.04
09	Konstanz Stromeyersdorf	WAPO-Anleger	09°09'29"O 47°40'12"N				19.03.04	05.08.04
	KN "Trichter"	Seestrasse -Rosenau	-----	25.08.03				
10	Konstanz- Petershausen	Rosenau	09°11'55"O 47°39'53"N	25.08.03				05.08.04
	KN Hörnle		-----	25.08.03				
11	Konstanz-Staad	Wasserwerk	09°12'52"O 47°40'16"N	25.08.03			19.03.04	04.08.04
	KN Hörnle-Staad		-----	25.08.03				
	Konstanz-Egg	Wassersportgemeinschaft	09°11'45"O 47°41'40"N	25.08.03				
12	Konstanz-Egg	Wassersport-Gelände (Uni)	09°11'36"O 47°41'44"N	25.08.03				05.08.04
	Litzelstetten	Strandbad	09°10'53"O 47°42'43"N	25.08.03				
	Litzelstetten	Nord	09°10'42"O 47°42'43"N	25.08.03				
	Dingelsdorf	Fliesshorn	09°10'25"O 47°44'04"N	25.08.03				
	Dingelsdorf	Klausenhorn	09°08'58"O 47°44'55"N	25.08.03	23.09.03			
13	Wallhausen	nördl. Ortsende	09°07'46"O 47°45'02"N	25.08.03		09.02.04		05.08.04
	Bodman	Ortsmitte	09°02'19"O 47°48'05"N		23.09.03			
14	Bodman	Süd Hafenareal	09°02'31"O 47°47'55"N					05.08.04
	Stockacher Aach	unterhalb ARA	09°01'26"O 47°48'44"N		23.09.03			
	Ludwigshafen	Hafen	09°03'14"O 47°48'50"N		23.09.03			
15	Sipplingen	Bahnhof	09°05'37"O 47°47'45"N		23.09.03	09.02.04		05.08.04

16	Überlingen-Goldbach	Bahnhof	09°08'26"O 47°46'10"N		23.09.03	09.02.04		05.08.04	
	Überlingen	Strandbad und Hafen	09°09'03"O 47°46'06"N	25.08.03					
	Nussdorf		09°11'30"O 47°45'06"N	25.08.03					
	Birnau		09°13'01"O 47°44'40"N	25.08.03					
	Scefelder Aach		09°13'55" O 47°43'53"N		23.09.03				
17	Unteruhldingen	südöstl. Ort	09°14'07"O 47°42'57"N					04.08.04	
	Meersburg		09°15'04"O 47°42'09"N	25.08.03					
	Hagnau West 2	Bachmündung	09°18'13"O 47°40'38"N						14.01.05
	Hagnau West		09°18'23"O 47°40'35"N		23.09.03				
18	Hagnau	Strandbad	09°19'41"O 47°40'11"N		23.09.03	09.02.04		04.08.04	30.11.04
	Immenstaad	Kippenhorn	09°21'25"O 47°39'37"N						30.11.04
	Immenstaad	Schutzhafen	09°22'00"O 47°39'45"N						30.11.04
	Fischbach	Hafen	09°24'36"O 47°40'01"N						30.11.04
19	Fischbach	Strandbad	09°25'03"O 47°39'59"N			09.02.04	18.03.04	04.08.04	29.11.04
	Friedrichshafen	West / Strandbad	09°27'22"O 47°39'09"N						29.11.04
	Friedrichshafen	Rotachmündung	09°29'42"O 47°38'57"N						30.11.04
	Eriskirch	Strandbad	09°31'05"O 47°37'22"N						29.11.04
	Langenargen	westl. Schloss Montfort	09°31'57"O 47°36'07"N						29.11.04
20	Langenargen	Argenmündung	09°33'15"O 47°35'12"N					04.08.04	
	Langenargen	Gohren / Yachthafen	09°33'33"O 47°35'06"N						29.11.04
	Kressbronn	Strandbad	09°35'14"O 47°35'12"N						29.11.04
	Nonnenhorn	Anlegestelle	09°36'22"O 47°34'28"N						29.11.04
21	Wasserburg	Bichlmühlebach-Mündung	09°38'16"O 47°33'56"N			09.02.04	18.03.04	15.08.04	30.11.04
22	Lindau		09°41'20"O 47°33'09"N					15.08.04	
	Bregenzerach	Mündung	09°41'53"O 47°30'22"N					15.08.04	
23	Hard	Landes-Fischerei-Zentrum	09°41'14"O 47°30'09"N				18.03.04	15.08.04	
	Rheinspitz	bei Marina							
24	Fussacher Bucht	westlich des Strandbades	09°39'15"O 47°29'34"N					15.08.04	
25	Rohrspitz	westl. Hafen	09°37'33"O 47°29'50"N					15.08.04	
26	Arbon	Strandbad	09°26'17"O 47°31'06"N				18.03.04	10.08.04	
27	Uttwil	Fischerhafen	09°20'50"O 47°35'07"N				18.03.04	10.08.04	
28	Bottighofen	Strandbad	09°12'49"O 47°38'34"N				18.03.04	10.08.04	
	Kreuzlingen	Seepark	09°11'15"O 47°39'04"N; 09°11'08"O 47°39'10"N	25.08.03					







