

## **Bodenlebende Wirbellose am „Grünen Damm“**

Schriftenreihe Lebensraum Vorarlberg, Band 61





# **Bodenlebende Wirbellose am „Grünen Damm“**

(Vorarlberger Ufer, Bodensee)

Bearbeitung:  
Dipl. Biol. Almut J. Hanselmann

Limnologisches Institut  
Universität Konstanz  
Mainastr. 252  
D-78464 Konstanz

im Auftrag des Instituts für Umwelt und Lebensmittelsicherheit  
des Landes Vorarlberg

## Impressum

Herausgeber und Medieninhaber:  
Amt der Vorarlberger Landesregierung  
Römerstraße 16, 6900 Bregenz

Verleger:  
Institut für Umwelt und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg  
Montfortstraße 4, 6900 Bregenz  
Tel. 05574/511-42099  
Email: [umweltinstitut@vorarlberg.at](mailto:umweltinstitut@vorarlberg.at)

Titelbild: „Grüner Damm“ mit Blickrichtung Norden  
Quelle: Almut Hanselmann

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter  
<http://www.vorarlberg.at/umweltinstitut> - Rubrik „Publikationen - Internet-Berichte“  
verfügbar. Die in der Studie geäußerten Ansichten und Meinungen müssen  
nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Bregenz, Mai 2011

ISBN 978-3-902290-11-3



## Inhalt

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>MAKROZOOBENTHOS DES GRÜNEN DAMMS</b>	<b>5</b>
	<b>2.1 Methodik</b>	<b>5</b>
	2.1.1 Probeflächen	5
	2.1.2 Freilandarbeit	6
	<b>2.2 Ergebnisse und Diskussion</b>	<b>7</b>
	2.2.1 Umweltparameter	7
	2.2.2 MZB am „Grünen Damm“	7
<b>3</b>	<b>NEOZOA</b>	<b>9</b>
	<b>3.1 Was sind Neozoa?</b>	<b>9</b>
	<b>3.2 Situation des Bodensees</b>	<b>10</b>
	<b>3.3 Erstfunde in der Bregenzer Bucht</b>	<b>11</b>
	3.3.1 <i>Limnomysis benedeni</i>	11
	3.3.2 <i>Katamysis warpachowskyi</i>	12
	3.3.3 <i>Crangonyx pseudogracilis</i>	13
<b>4</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>14</b>
	<b>4.1 Besonderheiten des „Grünen Damms“</b>	<b>14</b>
	<b>4.2 Einschleppwege der Neozoa</b>	<b>15</b>
	<b>4.3 Gegenmaßnahmen</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>DANKSAGUNGEN</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>LITERATUR</b>	<b>18</b>



## 1 Einleitung

Der Bodensee ist der drittgrößte Binnensee Mitteleuropas. Aufgrund seiner hohen Attraktivität findet eine sehr vielseitige Nutzung statt, die den Zustand des Bodensees in den letzten 100 Jahren sehr beeinflusste und veränderte. Seit der Gründung der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) 1959, und dem damit einhergehenden politischen und gesellschaftlichen Umdenken, konnte durch aktive Maßnahmen der Zustand des Sees wieder wesentlich verbessert werden (IGKB (ED.) 2004). Ein wichtiger Faktor für die ökologische Qualität des Sees ist die Beschaffenheit des Ufers. Dies ist und war am Bodensee in sehr unterschiedlichem Zustand. Nachdem vor ein paar Jahren die Bedeutung der Uferbereiche für den ökologischen Zustand eines Sees erkannt wurde, entstanden Initiativen zur Verbesserung des Zustandes und zur Renaturierung bzw. Revitalisierung (REY et al. 2009). Wichtigster Punkt dabei ist der Abriss der steinernen Uferverbauungen und das Anlegen von feinerem, steinigem Untergrund der flach ins Wasser übergeht (REY et al. 2009) und die Verbindung von Wasser und Land. Dass diese Maßnahmen von Erfolg gekrönt sind, zeigen z.B. Untersuchungen an der Libellen-Fauna in Österreich (CHOVANEK et al. 2010).

Der Uferbereich eines Sees gliedert sich in verschiedene Teilbereiche. Oberhalb der Wasserlinie liegt oft eine Böschung, welche am Seehag (Uferkante) auf das Wasser trifft. Der Bereich der lichtdurchfluteten Flachwasserzone (Litoral), am Bodensee wird die Uferbank auch Wyse genannt, gliedert sich wiederum in verschiedene Bereiche, die sich durch die Überflutungsdauer und die Wellendynamik unterscheiden. Ab der Haldenkante fällt der Boden dann steil ab. Das Litoral beherbergt die mit Abstand größte Vielfalt an Lebensräumen und Biozönosen im Bodensee (CHOVANEK et al. 2010) und ist durch viele Austauschprozesse stark mit dem Land verbunden.

Der Bereich des „Grünen Damms“ liegt auf der Gemarkung der Marktgemeinde Hard am östlichen Ufer des Bodensees, in Vorarlberg (Österreich) (Abbildung 1). Der „Grüne Damm“ ist ein anthropogen geschaffener Damm, der das Harder Binnenbecken und die Harder Häfen und Badestellen vor Wellenschlag und Strömungen des offenen Bodensees schützt. Des Weiteren soll er die fortschreitende Verlandung des Uferbereichs verhindern. Die aktuelle Nutzung erfolgt hauptsächlich im unregulierten Freizeitbereich als Naherholungsgebiet (z. B. als Badestelle, abendlicher Treffpunkt) und als Uferpromenade.

In der vorliegenden Arbeit sollte die Artenzusammensetzung der bodenlebenden Wirbellosen am „Grünen Damm“ näher untersucht werden. Da in den letzten 10 Jahren vermehrt gebietsfremde Arten, welche durch menschliche Aktivitäten in den Bodensee eingeschleppt wurden („Neozoa“), am österreichischen Ufer entdeckt wurden



(HANSELMANN 2011), legt diese Arbeit einen besonderen Schwerpunkt auf dieses Phänomen.

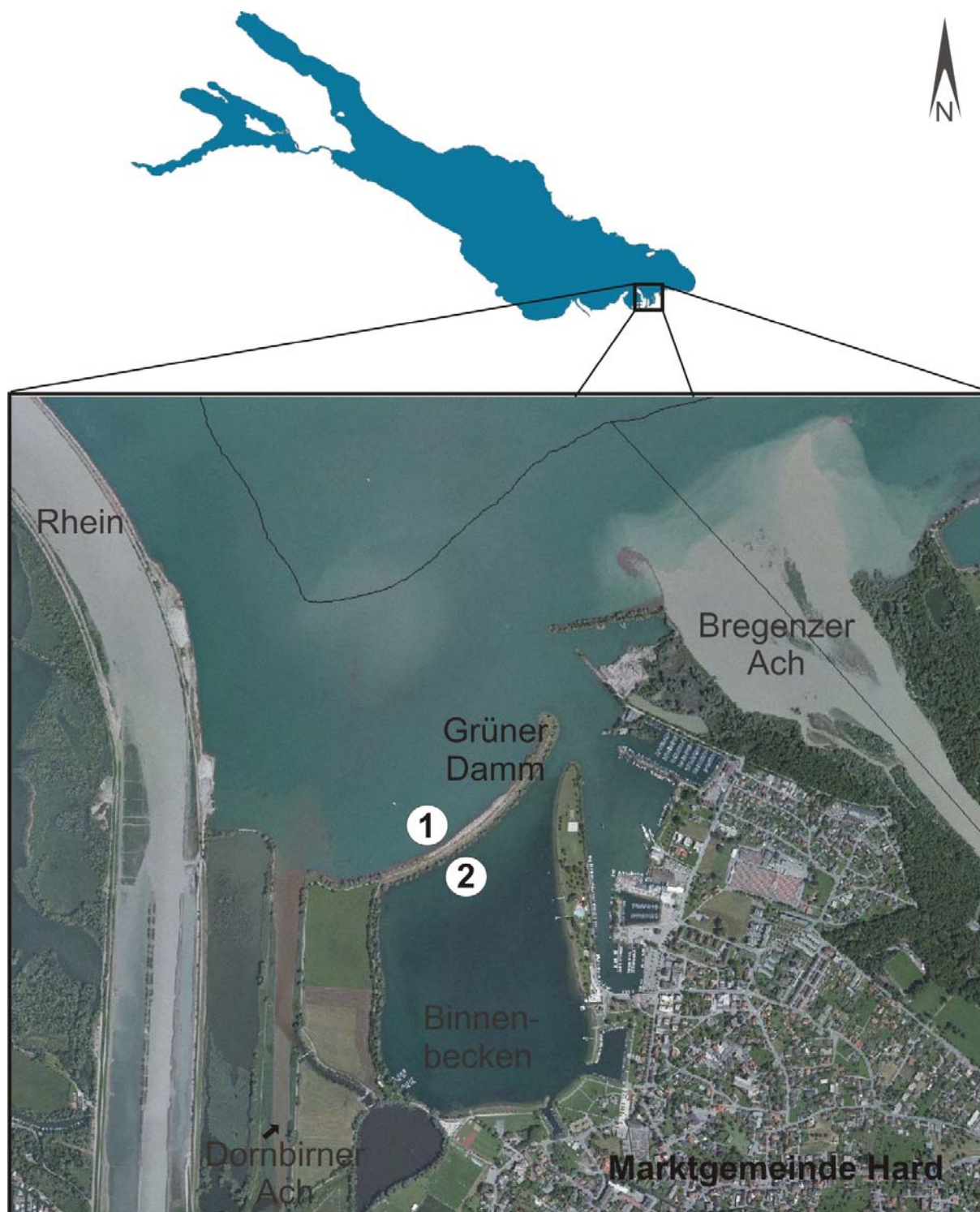


Abb. 1: Kleine Karte: Übersicht Bodensee mit Markierung des Probengebietes. Große Karte: Probengebiet in der Nähe der Rheinmündung im östlichen Bodensee bei Hard, (Vorarlberg/Österreich) mit Markierung der Probestellen auf der Seeseite (1) und im Binnenbecken (2) im Maßstab 1:10000 (Foto: Geobasisdaten Land Vorarlberg)

## **2 Makrozoobenthos des Grünen Damms**

### **2.1 Methodik**

#### **2.1.1 Probeflächen**

2005 wurden im Rahmen des Gesamtprojekts "Ausbaumaßnahmen zur Verbesserung der Hochwassersicherheit" Baumaßnahmen am „Grünen Damm“ zur allgemeinen ökologischen Verbesserungen und zum Schutz des Binnenbeckens vor überbordendem Wellenschlag durchgeführt. Die Maßnahmen unterhalb der Wasserlinie wurden vor allem am seeseitigen Teil durchgeführt, auch zu dem Zweck, den Damm vor Erosion zu schützen. Realisiert wurde damals ein 300 m langer Abschnitt, in dem die ursprüngliche ökologisch untaugliche Blocksteinschüttung (REY et al. 2009) nach den Plänen von TEIBER (2002) umgestaltet wurde. 2006 startete das unter anderem von der Europäischen Union über Interreg IIIa finanzierte Projekt FIREBO (Fischfreundliche Renaturierung am Bodensee), das den Einfluss verschiedener Substrate auf die Fische und bodenlebenden Wirbellosen untersuchte (LUBW (ED.) 2008). Dabei wurden Flächen mit Steinen verschiedener Korngröße (0,3 – 40 cm) angelegt. Durch Wellen und natürliche Umlagerungsprozesse haben sich seitdem die Steine dieser Flächen vermischt, so dass heute auf der Seeseite des „Grünen Damms“ entweder Blocksteinschüttungen vorherrschen (links und rechts der revitalisierten Flächen) oder Mischflächen mit Steinen unterschiedlichster Art (Abbildung 2). Durch die exponierte Lage ist der störende Einfluss durch Wellen auf der Seeseite deutlich erhöht, Wasserpflanzen (Makrophyten) kommen hier nur vereinzelt vor.

Auf der Innenseite des „Grünen Damms“ im Harder Binnenbecken besteht noch die ursprünglich angelegte Uferstruktur. Hier herrschen Blocksteinschüttungen vor, die im Wasser in Sand- und Schlick-Flächen übergehen, durchsetzt mit weiteren Blocksteinen. Bedingt durch die geschützte Lage, sind hier im Vergleich zur Seeseite bedeutend mehr Makrophyten zu finden (Abbildung 3).



Abb. 2: Substrat an der Seeseite des „Grünen Damms“ bei niedrigem Wasserstand im Frühling (Foto: Almut Hanselmann)



Abb. 3: Blick vom „Grünen Damms“ über das Binnenbecken auf Hard. (Foto: Almut Hanselmann)

Die beiden Probestellen liegen einmal an der Seeseite des „Grünen Damms“ (1) und einmal im Binnenbecken auf gleicher Höhe (2) (Abbildung 1). Sie sind nur ca. 20 m Luftlinie von einander entfernt, unterscheiden sich aber deutlich durch das Substrat und die vorherrschenden Umweltbedingungen.

### 2.1.2 Freilandarbeit

Um die Arten an den Probestellen zu erfassen, wurden am 15.3.2011 pro Probestelle drei Kick-sampling-Proben genommen. Dabei wurde in einer Tiefe von 0,5 m mit den Füßen das Substrat aufgewirbelt und anschließend in charakteristischer Weise mit einem Kescher mit 500 µm Maschenweite die Stelle abgefischt. Hiermit erfasst man vor allem bodenlebende Wirbellose (Makrozoobenthos) und solche, die kurz über dem Substrat leben. Die Proben wurden in flache Behälter überführt, alle Arten protokolliert und deren relativer Anteil am Artenspektrum bestimmt. Aus den drei Proben wurde ein Mittelwert für jede Art errechnet.

Zusätzlich zu den Kick-sampling-Proben wurden mit Hilfe von Sonden (MultiLine F/SET 3, WTW) ebenfalls Temperatur, Leitfähigkeit (µS/cm), pH Wert und Sauerstoffgehalt (mg/l und % Sättigung) aufgenommen und das Wetter protokolliert.

## 2.2 Ergebnisse und Diskussion

### 2.2.1 Umweltparameter

Das Wetter bei den Probenahmen war sonnig mit wenigen bis gar keinen Wellen (Tab. 1).

Tab. 1: Übersicht über die physikalischen und chemischen Parameter der Probestellen (vgl. Abb. 1)

Probestelle		1	2
		Seeseite	Binnenbecken
GPS-Position	Nord	47°29,913'	47°29,894'
	Ost	9°40.840'	9°40.856'
Wetter		sonnig	sonnig
Wellen		gering	gering
Tiefe	[m]	0,5 m	0,5 m
Temperatur	[° C]		
Wasser		7,5	7,7
Luft		17,5	17,5
pH-Wert		8,55	8,46
Leitfähigkeit	[µS/cm]	338	485
Sauerstoffgehalt	[%]	114	106,7
	[mg/l]	13,4	12,1

Die Wassertemperatur im Binnenbecken war leicht höher als an der Seeseite, die Leitfähigkeit jedoch stark erhöht. In Kombination mit den verringerten Sauerstoffwerten kann man hieran sehen, dass das Binnenbecken höher belastet mit Nährstoffen ist und dadurch eine erhöhte Sauerstoffzehrung stattfindet. Die wahrscheinliche Ursache hierfür sind der organische Eintrag durch die reich frequentierten Häfen und Badestellen sowie der einmündenden Gewässer, der verringerte Wasseraustausch mit dem See durch die nur schmale Hafeneinfahrt und die erhöhte Wassertemperatur aufgrund der geringeren Tiefe.

### 2.2.2 MZB am „Grünen Damm“

Das Artenspektrum an beiden Probestellen umfasst Tiere aus verschiedenen Gruppen (Abbildung 4). *Limnomysis benedeni*, *Katamysis warpachowskyi*, *Crangonyx pseudogracilis*, *Gammarus roeselii* und *Asellus aquaticus* gehören zu den Crustacea, den Krebstieren. *Radix balthica* und *Dreissena polymorpha* sind Vertreter der Mollusca, der Weichtiere. Köcherfliegenlarven (Trichoptera), Eintagsfliegenlarven (Ephemeroptera) und Zuckmückenlarven (Chironominae) sind Insekten und *Polycelis tenuis/nigra* ist ein Strudelwurm (Turbellaria). Bis auf *K. warpachowskyi* und *C. pseudogracilis* sind alle Arten im gesamten Bodensee vertreten (C. Fiek, persönliche Mitteilung).

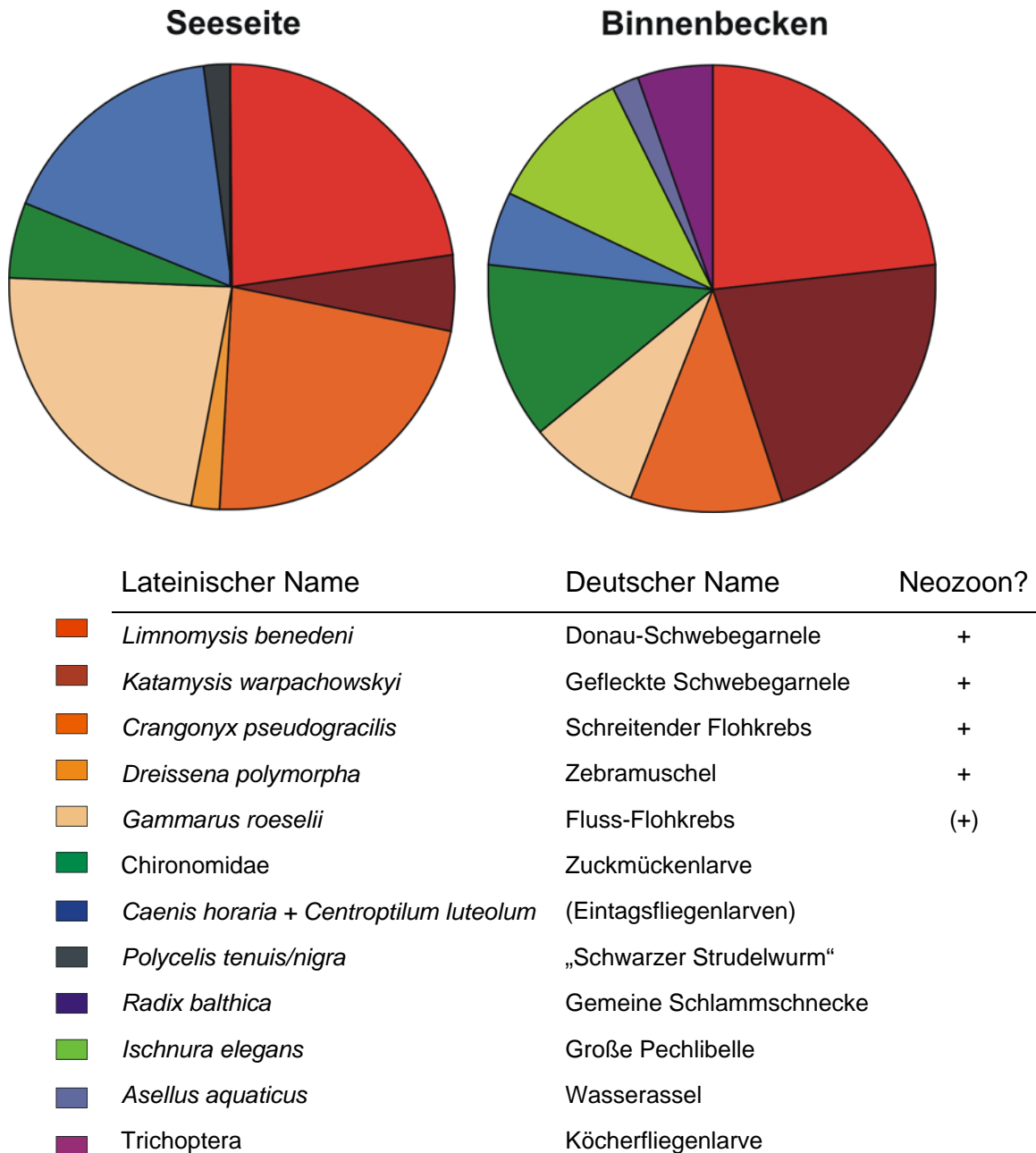


Abb. 4: Artenspektrum des Makrozoobenthos am „Grünen Damm“ an den Probestellen 1 und 2 (vgl. Abbildung 1) am 15.3.2011. Neozoa sind mit einem + gekennzeichnet, zur Einordnung von *G. roeselii* siehe Text.

Die eher an schnellere Strömungsgeschwindigkeiten (rheophilen) oder steinigen Untergrund angepassten Arten wie die Eintagsfliegenlarven *Centroptilum luteolum* und *Caenis horaria* (SCHMEDITJE & KOHMANN 1992) und *G. roeselii* (HESSELSCHWERDT et al. 2008) sind vermehrt an Probestelle 1 (Abbildung 1) zu finden. Hier herrschen durch die exponierte Lage auch stärkere Turbulenzen. Im Binnenbecken (Probestelle 2) findet man eher Arten, die sich an langsamere Gewässer und

sandigen Untergrund mit Makrophyten angepasst haben. Dazu gehört z.B. die Mysida *K. warpachowskyi*, die als schlechterer Schwimmer als die Mysida *L. benedeni* angesehen wird (HANSELMANN 2010), und *R. balthica* (SCHMEDTJE & KOHMANN 1992). Die Libellenlarve *Ischnura elegans* gilt als sehr anpassungsfähig und ist am Bodensee häufig (CHOVANEC et al. 2010). Die Zebrauschel *Dreissena polymorpha* benötigt einen festen Untergrund (z. B. Steine) um sich fest zu setzen (WERNER et al. 2005), im Binnenbecken mit Makrophyten und viel Schlick ist sie nicht in den Proben. Eventuell wurde sie nicht erfasst, weil die für die Art attraktiveren Blocksteine nicht beprobt wurden.

### 3 Neozoa

#### 3.1 Was sind Neozoa?

Neobiota (von altgr. νέος néos „neu“ und βίος bíos „Leben“) sind Arten, die seit Beginn der Neuzeit (1492) direkt oder indirekt durch menschliche Aktivitäten in Gebiete gelangt sind (und sich dort etablieren können), die ihnen davor nicht zugänglich waren (KINZELBACH 1972, 1995). Gebietsfremde Tiere werden als Neozoa bezeichnet, gebietsfremde Pflanzen als Neophyta. Im Zuge der fortschreitenden Zivilisation und der zunehmenden Vernetzung der menschlichen Handelswege nimmt auch die Anzahl der Neozoa immer weiter zu (SALA et al. 2000). Nach aktuellen Untersuchungen (ESSL et al. 2011) ist die Anzahl der aquatischen Neozoa in einer Region sogar korrelierbar mit den Handelsaktivitäten 10 Jahre davor. Da biologische Invasionen die Funktion von Ökosystemen und die Biodiversität stark beeinflussen, gibt es in den letzten Dekaden ein verstärktes Interesse an der Untersuchung und Beobachtung der invasiven Arten (KINZELBACH 1995). Die Verbreitung der aquatischen Neozoa führt weltweit zu hohen finanziellen Schäden (fast 5 % der Weltwirtschaft, ca. 1,4 Trillionen Dollar) und sie gelten als zweitwichtigster Faktor beim Verlust der Diversität (CHANDRA & GERHARDT 2008). Ein Beispiel für den wirtschaftlichen Schaden, den ein Neozoon ausrichten kann, gibt die Zebrauschel *D. polymorpha*. Ihre frei schwimmenden Larven können in die Ansaugrohre von Kraftwerken eindringen, dort zu adulten Muscheln heranwachsen, auf diese Weise die Wasserversorgung stören und müssen darum regelmäßig entfernt werden (NALEPA & SCHLOESSER 1993).

Die Verbreitung der Neozoa in Europa erfolgt meist entlang der großen Wasserstraßen. Durch die Öffnung des Rhein-Main-Donau-Kanals wurde vielen Arten aus der Pontocaspis (wozu unter anderem das Schwarze Meer, das Assow-Meer und die dazugehörigen Zuflüsse zählen) die Möglichkeit gegeben, sich nach West-Europa auszubreiten (BIJ DE VAATE et al. 2002, REY et al. 2005b). Dies scheint auch einer der Gründe zu sein, warum

gerade die pontocaspischen Arten hier häufig vertreten sind (LEUVEN et al. 2009). Auf den Wasserstraßen ist der unbeabsichtigte Transport der Arten mit Schiffen am wahrscheinlichsten. Durch schlecht gereinigte Boote und nicht ausgetauschtes Ballastwasser werden die Tiere, die sich im Ursprungsgebiet dort ansiedeln, mit verschleppt. MARTENS et al. (2008) wiesen nach, dass an einem Boot selbst nach 6 Tagen auf dem Trockendock 50% der aufsitzenden Zebrauscheln noch lebten und in den Zwischenräumen zahlreiche Wirbellose überlebt hatten.

Der Besatz mit Fischen aus Zuchtanlagen gilt als möglicher Einschleppweg sowohl für neozoische Fischarten als auch für das im Wasser mittransportierte Makrozoobenthos. Als weitere Einschleppwege für Neozoa gelten Aquarianer, die ihre lästig gewordenen Fische in die heimischen Gewässer aussetzen im Glauben, ihnen etwas Gutes zu tun oder alleine schon durch den Handel damit die Arten in fremde Länder einführen (REY et al. 2005a).

### 3.2 Situation des Bodensees

Seit die Zebrauschel *Dreissena polymorpha* 1966 das erste Mal im Bodensee gefunden wurde (SIESSEGGER 1969), sind einige weitere Arten nachgewiesen worden, teils mit erheblichen Auswirkungen auf das Ökosystem (REY et al. 2005a, ANEBO 2011). Die eingewanderten Arten gehören meist zu den bodenlebenden Wirbellosen, aber auch Fische (z.B. Kaulbarsch (SCHLEUTER & ECKMANN 2008)) und Großkrebse (z. B. Kamberkreb (HIRSCH & FISCHER 2008)) sind in den See eingewandert. Bisher waren alle Neozoa, die im Bodensee gefunden wurden, bereits aus dem Rheinsystem bekannt (REY et al. 2005a, REY et al. 2005b). Dies legt eine mögliche Einschleppung rheinaufwärts nahe. Da der Bodensee aber durch den Rheinfluss bei Schaffhausen mit einer natürlichen Barriere versehen ist, müssen die Arten durch menschliche Aktivitäten eingeschleppt worden sein. Der Erstfundort der bodenlebenden Wirbellosen lag früher meist im Untersee oder mittleren Obersee. Bei *Corbicula fluminea* 2003 lag der Fundort das erste Mal im östlichen Bodensee, am Rohrspitz (WERNER & MÖRTL 2004). 2004 wurde in der Bregenzerach und am Rohrspitz *Gyraulus parvus* entdeckt (REY et al. 2005a). Nach dem Erstfund von *Limnomysis benedeni* 2006 am „Grünen Damm“ (FRITZ et al. 2006) wurden an dieser Stelle 2008 *Crangonyx pseudogracilis* (HANSELMANN & GERGS 2008) und 2009 *Katamysis warpachowskyi* (HANSELMANN 2010) nachgewiesen (Tabelle 2). Mit *K. warpachowskyi* hat sich die erste invasive Art im Bodensee etabliert, die bisher nicht im Rheinsystem vorhanden war (REY et al. 2005b). Hier liegt das nächste bekannte Vorkommen in der Donau bei Passau (WITTMANN 2008). Im letzten Jahrzehnt ist die Anzahl an Neozoa im Bodensee damit stark gestiegen, wobei der Fokus des Auftretens im östlichen Teil des Bodensees lag.

Tabelle 2: Übersicht der Neozoa, die im östlichen Gebiet das erste Mal im Bodensee nachgewiesen wurden

Lateinischer Name	Deutscher Name	Einordnung	Jahr	Herkunft	Erstfundort	Literatur
<i>Katamysis warpachowskyi</i>	Gefleckte Schwebegarnele	Mysida	2009	Pontocaspis	Grüner Damm Hard	Hanselmann 2010
<i>Crangonyx pseudogracilis</i>	Schreitender Flohkrebs	Amphipoda	2008	Nordamerika	Grüner Damm Hard	Hanselmann & Gergs 2008
<i>Limnomysis benedeni</i>	Donau-Schwebegarnele	Mysida	2006	Pontocaspis	Grüner Damm Hard	Fritz et al. 2006
<i>Gyraulus parvus</i>	Amerikanisches Posthörnchen	Gastropoda	2004	Nordamerika	Bregenzerrach, Rohrspitz	Rey et al. 2005a
<i>Corbicula fluminea</i>	Grobgerippte Körbchenmuschel	Bivalvia	2003	Asien	Rohrspitz	Werner & Mörtl 2004

### 3.3 Erstfunde in der Bregenzener Bucht

Im Folgenden sollen die Neozoa genauer vorgestellt werden, deren Erstfundort am „Grünen Damm“ im östlichen Teil des Bodensees liegt.

#### 3.3.1 *Limnomysis benedeni*

*Limnomysis benedeni*, die Donau-Schwebegarnele, wurde im Herbst 2006 das erste Mal im Bodensee nachgewiesen (FRITZ et al. 2006), in Proben im Rahmen von FIREBO (LUBW (ED.) 2008). *L. benedeni* gehört zu den Krebstieren, und hier in die Familie der Mysidae, von denen sie die erste Art im Bodensee ist (Abbildung 5a).



Abb. 5a: *Limnomysis benedeni*, Weibchen mit Brutbeutel, Ansicht von der Seite, Länge ohne Antennen und Schwanzanhängen ca. 9 mm (Foto: Almut Hanselmann)



Die Familie der Mysidae wird im deutschsprachigen Raum auf Grund ihrer äußerlichen Erscheinung oftmals als „Schwebgarnelen“ bezeichnet, zählt jedoch nicht zu den echten Garnelen. Sie gehört zwar ebenfalls zu den Krebstieren, hier jedoch zu den Peracarida (Ranzenkrebse), wie auch die Flohkrebse (Amphipoda) und Asseln (Isopoda). Ursprünglich stammt *L. benedeni* aus der pontocaspischen Region, und hat sich über das Donau-Main-System und den Rhein bereits bis in die Niederlande und Frankreich ausgebreitet (AUDZIJONYTE et al. 2009). Am Oberrhein war sie 2004 bis Niederhausen (Rhein-km 253,5) bekannt (REY et al. 2005b). Da die Verbreitung offensichtlich nicht kontinuierlich war sondern sprunghaft, kann die Art nicht auf natürlichem Wege aus dem Rhein eingewandert sein. Eingeschleppt wurde die Art wahrscheinlich vom Menschen, entweder durch Aquarianer oder durch das Ballastwasser von Schiffen. Wittmann, K.J. (1995) wies *L. benedeni* in Donau-Häfen an Schiffsrümpfen nach. Das Vorkommen von *L. benedeni* beschränkt sich auf Fließgewässer mit Strömungsgeschwindigkeiten bis 0,5 m/s und auf Stillgewässern (WITTMANN 1995).

Seit ihrer Einschleppung am „Grünen Damm“ hat sich *L. benedeni* im ganzen See ausgebreitet (ANEBO 2011) und besiedelt heute in großer Anzahl den ganzen See. Die Mysida ernährt sich überwiegend von kleineren bzw. feinen Partikeln (Algen, Detritus, Aufwuchs) (WITTMANN & ARIANI 2000, GERGS et al. 2008). Sie lebt nekto-benthisch, d.h. assoziiert mit groben Strukturen wie Steinen, Überhängen aus Altholz und über Wasserpflanzen (WITTMANN 1995, GERGS et al. 2008). *L. benedeni* lebt bevorzugt im Uferbereich und ist auch an Booten, Hafenanlagen und Bojen zu finden. Im Winter finden Taucher oft große Schwärme, die sich bis zu mehrere Meter über dem Boden befinden (RINDT 2009). Freilanduntersuchungen zeigen, dass *L. benedeni* von Barschen gefressen wird, wobei die Fische große Mysida bevorzugt aufnehmen (HANSELMANN 2011). Die im Spätherbst geschlüpften Tiere überwintern ohne Eier anzulegen und stecken ihre gesamte Produktionsenergie in das Körperwachstum. Erst im Frühjahr legen die großen überwinternden Tiere große Gelege an. Die daraus schlüpfenden Tiere und die Folgegenerationen im Sommer erreichen als Adulte kleinere Körpergrößen und haben kleinere Gelege als die Frühjahrstiere, was als Anpassung an den Fischfraß gedeutet werden kann (HANSELMANN 2011).

### **3.3.2 *Katamysis warpachowskyi***

*Katamysis warpachowskyi*, die gefleckte Schwebgarnele, stammt ebenfalls ursprünglich aus der Pontocaspis (Abbildung 5b). Im März 2009 wurde sie am „Grünen Damm“ entdeckt (HANSELMANN 2010). Dieser Fund ist deshalb außergewöhnlich, weil es der erste Schritt der Art aus ihrem ursprünglichen Verbreitungsgebiet heraus ist.



Abb. 5b: *Katamysis warpachowskyi* Weibchen mit Brutbeutel, Aufsicht von Oben, Länge ohne Antennen und Schwanzanhängen ca. 10 mm (Foto: Almut Hanselmann)

Sie ist zwar in den letzten Jahren die Donau hoch gewandert (2008 Erstfund in Passau, WITTMANN 2008), da diese jedoch in das Schwarze Meer mündet stellt erst der Fund im Bodensee, also im Rheineinzugsgebiet, den Sprung über eine Wasserscheide dar. Es wird erwartet, dass sich die Art nun im Bodensee und langfristig auch im weiteren Verlauf des Rheines etablieren wird. Mit *L. benedeni* ist bereits eine Mysida im Bodensee vorhanden, doch ist bekannt, dass beide Arten gut koexistieren können und auch in der Donau zusammen vorkommen (WITTMANN 2007). Die Entwicklung am „Grünen Damm“ seit 2009 bestätigt diese Annahme. *K. warpachowskyi* hat sich innerhalb kürzester Zeit etabliert und macht im Binnenbecken (Probestelle 2, Abbildung 3) bereits ca. 40% der Mysida-Population aus. Mittlerweile ist auch ihre Verbreitung im Bodensee weiter fortgeschritten, die letzten Fundmeldungen vom Oktober 2010 bestätigen ein Vorkommen in der gesamten Bregenzer Bucht (ANEBO 2011).

### **3.3.3 *Crangonyx pseudogracilis***

Der Amphipoda (Flohkrebs) *Crangonyx pseudogracilis* wurde im November 2007 am „Grünen Damm“ zum ersten Mal im Bodensee nachgewiesen (HANSELMANN & GERGS 2008). Die Art war damit auch neu für Österreich (Abbildung 5c). *C. pseudogracilis* stammt ursprünglich aus Nord-Amerika, ist jedoch seit 2004 im Oberrheingebiet bekannt (MARTENS & GRABOW 2006). Der Fundort im Bodensee unterscheidet sich von den bisherigen europäischen Fundstellen, die vor allem Rand- und Auegewässer, Marschengewässer und Gräben liegen (MARTENS & GRABOW 2006).



Abb. 5c: *Crangonyx pseudogracilis*, Weibchen mit Eiern, Ansicht von der Seite, Länge ohne Antennen ca. 9 mm (Foto: Almut Hanselmann)

*C. pseudogracilis* hat sich seit 2007 nicht sehr weit am Bodensee ausgebreitet. Sein Fundgebiet erstreckt sich vom Neuen Rhein bis Bregenzerach (ANEBO 2011). Hier jedoch, und vor allem am „Grünen Damm“, ist er sehr erfolgreich. In den Proben ist er weit häufiger als andere Amphipoda (Abbildung 4). *G. roeselii* ist nur an der Seeseite des „Grünen Damms“ (Probestelle 1) zu finden. Der im restlichen Bodensee dominierende Flohkrebs *Dikerogammarus villosus* ist überhaupt nicht in den hier genommenen Proben. In Routineuntersuchungen wird er mittelhäufig gefunden (ANEBO 2011).

## 4 Diskussion

### 4.1 Besonderheiten des „Grünen Damms“

Das Ufer um den „Grünen Damm“ bei Hard wird größtenteils als „naturfern“ bis „beeinträchtigt“ beurteilt (REY et al. 2009). Direkt am „Grünen Damm“ mündet die Dornbirnerach in den Bodensee, welche durch ihre anliegende Kläranlage eine hohe Nährstofffracht hat (IGKB (ED.) 2004). Auch die Mündung des Alpenrheins und der Bregenzerach liegen in unmittelbarer Umgebung (Abbildung 1). Die Bregenzer Bucht ist somit durch die vielen nahe liegenden Zuflüsse nährstoffreicher als andere Gebiete des Sees.

Bei vorhergehenden Beobachtungen des Makrozoobenthos zeigte sich, dass am „Grünen Damm“ eine andere Artenzusammensetzung gefunden wird als an anderen Stellen des Bodensees (C. Fiek, persönliche Mitteilung). Dies sind vor allem sog. „Teicharten“, also solche die eher an einen höheren Nährstoffgehalt, wärmere Temperaturen oder ruhigeres

Wasser angepasst sind. Allgemein ist bekannt, dass auch die Zusammensetzung des Planktons (Kleinstlebewesen im Freiwasser) sich deutlich vom Rest des Obersees unterscheidet (INSTITUT FÜR SEENFORSCHUNG AN DER LANDESANSTALT FÜR UMWELT MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ B.-W. (LUBW) 2010). Es gibt auch Beobachtungen, dass manche Arten in der Bregenzer Bucht einen leicht veränderten Lebenszyklus zeigen als im Rest des Sees. Der Hüpferling (Copepoda) *Cyclops vicinus* lebt im Freiwasser (Plankton). Die Populationen in der Bregenzer Bucht starten aufgrund der früheren Algenblüte im Frühjahr ca. 22 Tage früher mit der Fortpflanzung, als die Populationen in der Mitte des Obersees (SEEBENS et al. 2009). Die Bregenzer Bucht und damit auch der Bereich des „Grünen Damms“ unterscheiden sich damit ökologisch vom restlichen Teil des Sees. Allgemein gelten Neozoa als besonders anpassungsfähige und anspruchslose Arten, die auch mit ungünstigen Umweltbedingungen gut zurechtkommen. Die Besonderheiten am „Grünen Damm“ und in der Umgebung und die Anpassungsfähigkeit der Neozoa könnten ein Grund dafür sein, dass sich hier neue Tierarten leichter etablieren können.

#### **4.2 Einschleppwege der Neozoa**

Der Nachweis von *C. pseudogracilis* und *K. warpachowskyi* am „Grünen Damm“, so kurz nach dem Erstfund von *L. benedeni*, ist sicherlich auf die erhöhte Beobachtungsfrequenz an dieser Stelle zurückzuführen. Seitens des Limnologischen Instituts der Universität Konstanz entstanden im Rahmen einer Doktorarbeit mehrere Studien mit *L. benedeni* bzw. den Neozoa des „Grünen Damms“ im Fokus, bei denen per Zufall die beiden letzten Arten nachgewiesen wurden (HANSELMANN, unveröffentlicht).

Tieferegehende Recherchen ergaben für den Bodensee keine eindeutigen Belege, welches die hauptverantwortlichen Vektoren für die Einschleppung der fremden Arten sind. Der Besatz mit Fischen am Bodensee ist jedoch in den letzten 20 Jahren stark zurückgegangen. Der Großteil der ausgesetzten Arten stammt aus den verschiedenen Brutanstalten, in denen aber nur Eier von aus dem See entnommenen Tieren ausgebrütet werden. Der Besatz mit Fischen aus der Zucht ist 2009 auf knapp 2% der Gesamtsumme von 1994 gesunken (IBKF 2010). Dieser Einschleppweg wird damit als vielleicht in der Vergangenheit wichtig, in letzter Zeit jedoch immer unwahrscheinlicher angesehen.

Eine Einwanderung von „oben“ aus dem Alpenrhein ist ausgeschlossen, da dieser sich ökologisch stark vom Bodensee unterscheidet. Die dort gefundenen Arten sind meist strömungsliebend (rheophil), keine der Neozoa aus dem Bodensee sind im Alpenrhein gefunden worden und die dortige Biozönose ist stark alpin beeinflusst (SCHÖLL 2009). Schiffe bzw. Boote sind am Bodensee somit der wahrscheinlichste Einschlepp-Vektor, da

die Arten aus dem Rhein den Rheinfluss als natürliche Barriere nicht selbst überwinden können. Speziell für die Bregenzer Bucht mit dem vermehrten Auftauchen der Neozoa in den letzten 10 Jahren wird vermutet, dass es einen Zusammenhang mit dem Bootsverkehr gibt. Zum einen liegt der Startpunkt der größten Bodensee-Regatten, der „Rund-um“ in der Bregenzer Bucht, und auch bei der „Ost-West“ sind viele Segelboote auf der österreichischen Seite des Sees. Darüber hinaus liegt ungefähr die Hälfte aller österreichischen Liegeplätze (knapp 2000) auf der Gemarkung der Gemeinde Hard. Das Land Vorarlberg hat außerdem die höchste Dichte an Liegeplätzen bezogen auf die Uferlänge. Das Land Baden-Württemberg hat 4,5-mal so viel Uferlänge wie Vorarlberg, aber nur 2,7-mal so viele Wasserliegeplätze. Die schweizer Uferlänge ist ungefähr doppelt so lang wie die Vorarlberger, die Kantone St. Gallen und Thurgau haben jedoch nur die 1,7-fache Anzahl Liegeplätze (K. Kersting RP Tübingen persönliche Mitteilung, IGKB 2009). Weiters ist zu erwähnen, dass hierbei nur die fest vergebenen Wasserliegeplätze erfasst sind. Nicht zentral erfasst werden die Boote, die mit Tageszulassungen in den Bodensee eingebracht werden. Auch wird nicht erfasst, in welchem Maß Boote zwischen verschiedenen Gewässern wie z.B. Züricher See oder den oberitalienischen Seen ausgetauscht werden. Diese so genannten „Wanderboote“ stehen jedoch im Verdacht, der Hauptvektor für die Einschleppung der Neozoa zu sein. Weitere Untersuchungen sind hier von Nöten.

Auch durch die Baumaßnahmen am „Grünen Damm“ könnten invasive Arten in den Bodensee eingebracht worden sein. Da bei den Umbaumaßnahmen 2005 jedoch keine Ausbaggerungen aus Gewässern sondern nur Gestein aus Steinbrüchen der Umgebung verwendet wurden, kann dies, zumindest für die letzten Jahre, als Einschleppweg ausgeschlossen werden.

### **4.3 Gegenmaßnahmen**

Ist eine Art in ein Ökosystem eingewandert und hat sie sich dort etabliert, so gibt es kaum eine Möglichkeit, sie ökologisch verträglich wieder daraus zu entfernen. Aus diesem Grund sind vorbeugende Maßnahmen wesentlich wichtiger. Die „Arbeitsgruppe Neozoen am Bodensee“ mit Beteiligung der anliegenden Umweltbehörden, dem Institut für Seenforschung Langenargen und den Universitäten Konstanz und Ulm hat Richtlinien erarbeitet, die eine Einschleppung von weiteren Neozoa verhindern soll. Zu den Kernthemen zählen das Säubern von Booten und Ausrüstung, öffentliche Aufklärung und eine Sensibilisierung der Angler- und Seglervereine (ANONYM 2008). Die Internationale Wassersport-Gemeinschaft Bodensee e.V. (IWGB) hat das Programm „Blauer Anker“ ins Leben gerufen, mit dem Ziel einer umweltgerechten Gestaltung und Führung von Hafен-

und Steganlagen (<http://www.iwgb.net>). Ein weiterer wichtiger Baustein um die Verbreitung von Neozoa zu verstehen, ist die intensive wissenschaftliche Begleitung und Beobachtung der stattfindenden Prozesse. Nur so können weitere Maßnahmen entwickelt werden, die Einschleppungen verhindern können.

## **5 Danksagungen**

Ein großer Dank für ihre große Hilfe, investierte Zeit und die Informationen gilt Dr. J. Baer, Dr. R. Berg und Dr. R. Rösch (Fischereiforschungsstelle Langenargen), Prof. Dr. R. Eckmann, C. Fiek, PD Dr. W. Ostendorp, Prof. Dr. K.-O. Rothhaupt (Universität Konstanz), R. Gartner, DI G. Hutter, Mag. N. Schotzko (Amt der Vorarlberger Landesregierung), K. Kersting (RP Tübingen), Ing. G. Debortoli, B. Wiedenbauer (Gemeinde Hard), U. Zenz (FV Rheindelta) und S. Siroky, N. Ernst und K. Greiner-Perth.

## 6 Literatur

- ANEBO (2011): Arbeitsgruppe  
Aquatische Neozoen im Bodensee,  
www.neozoen-bodensee.de letzter  
Abruf Mai 2011
- ANONYM (2008): Neuankömmlinge im  
Bodensee.- Gewässerschutzfachstellen  
der Kantone und Länder am Bodensee,  
Bregenz
- AUDZIJONYTE, A., K.J. WITTMANN,  
I. OVCARENKO & R. VÄINÖLÄ  
(2009): Invasion phylogeography of the  
Ponto-Caspian crustacean *Limnomysis  
benedeni* dispersing across Europe.  
*Diversity and Distributions* 15: 346-  
355
- BIJ DE VAATE, A., K. JAZDZEWSKI,  
H.A.M. KETELAARS, S.  
GOLLASCH & G. VAN DER VELDE  
(2002): Geographical patterns in range  
extension of Ponto-Caspian  
macroinvertebrate species in Europe.  
*Canadian Journal of Fisheries and  
Aquatic Sciences* 59: 1159-1174
- CHANDRA, S. & A. GERHARDT  
(2008): Invasive species in aquatic  
ecosystems: issue of global concern.  
*Aquatic Invasions* 3: 1-2
- CHOVANEC, A., M. SCHINDLER, K.  
PALL & K. HOSTETTLER (2010):  
Bewertung des österreichischen  
Bodenseeuferes auf der Grundlage  
libellenkundlicher Untersuchungen.-  
Schriftenreihe Lebensraum Vorarlberg  
Band 59. Institut für Umwelt und  
Lebensmittelsicherheit des Landes  
Vorarlberg & inatura Dornbirn,  
Bregenz
- ESSL, F., S. DULLINGER, W.  
RABITSCH, P.E. HULME, K.  
HÜLBER, V. JAROSÍK, I.  
KLEINBAUER, F. KRAUSMANN, I.  
KÜHN, W. NENTWIG, M. VILÀ, P.  
GENOVESI, F. GHERARDI, M.-L.  
DESPREZ-LOUSTAU, A. ROQUES  
& P. PYSEK (2011): Socioeconomic  
legacy yields an invasion debt.  
*Proceedings of the National Academy  
of Sciences of the United States of  
America* 108: 203-207
- FRITZ, B., A. NISCH, C. WITTKUGEL  
& M. MÖRTL (2006): Erstfund von  
*Limnomysis benedeni* Czerniavsky im  
Bodensee (Crustacea: Mysidacea).  
*Lauterbornia* 58: 157-160
- GERGS, R., A.J. HANSELMANN, I.  
EISELE & K.O. ROTHHAUPT  
(2008): Autecology of *Limnomysis  
benedeni* Czerniavsky, 1882  
(Crustacea: Mysida) in Lake  
Constance, southwestern Germany.  
*Limnologica* 38: 139-146
- HANSELMANN, A.J. (2010): *Katamysis  
warpachowskyi* Sars, 1877 (Crustacea,  
Mysida) invaded Lake Constance.  
*Aquatic Invasions* 5, Supplement 1: S  
31-S 34
- HANSELMANN, A.J. & R. GERGS  
(2008): First record of *Crangonyx  
pseudogracilis* Bousfield 1958  
(Amphipoda, Crustacea) in Lake  
Constance. *Lauterbornia* 62: 21-25
- HANSELMANN, A.J. (2011): Räumliche  
und zeitliche Muster der Besiedlung  
des Bodensees mit Neozoen des  
Makrozoobenthos – eine Übersicht.  
*Lauterbornia* 72: 131-148.
- HANSELMANN, A.J., R. GERGS & K.  
ROTHHAUPT (2011): Seasonal shifts  
in the life cycle of the ponto-caspian  
invader *Limnomysis benedeni*  
(Crustacea: Mysida): a physiological  
adaptation? *Hydrobiologia* (2011) 673:  
193-204
- HESSELSCHWERDT, J., J. NECKER &  
K.M. WANTZEN (2008): Gammarids  
in Lake Constance: habitat segregation  
between the invasive *Dikerogammarus  
villosus* and the indigenous *Gammarus  
roeselii*. *Fundamental and Applied  
Limnology* 173: 177-186

- HIRSCH, P.E. & P. FISCHER (2008): Interactions between native juvenile burbot (*Lota lota*) and the invasive spinycheek crayfish (*Orconectes limosus*) in a large European lake. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65: 2636–2643
- IBKF (2010): Die Fischerei im Bodensee-Obersee der Jahre 1994 - 2009.- Internationale Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei (IBKF) [www.ibkf.de](http://www.ibkf.de)
- IGKB (2009): Auswertung der Statistik der Schifffahrtsanlagen.- Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB), [www.igkb.de](http://www.igkb.de),
- IGKB (ED.) (2004): Der Bodensee Zustand - Fakten - Perspektiven.- Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB), Stuttgart
- INSTITUT FÜR SEENFORSCHUNG AN DER LANDESANSTALT FÜR UMWELT MESSUNGEN UND NATURSCHUTZ B.-W. (LUBW) (2010): Limnologischer Zustand des Bodensees.- Bericht 37, Jahresbericht der IGKB. Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB), Langenargen
- KINZELBACH, R. (1972): Einschleppung und Einwanderung von Wirbellosen in Ober- und Mittelrhein. *Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv* 11: 109-150
- KINZELBACH, R. (1995): Neozoans in European waters - Exemplifying the worldwide process of invasion and species mixing. *Experientia* 51: 526-538
- LEUVEN, R.S.E.W., G. VAN DER VELDE, I. BAIJENS, J. SNIJDERS, C. VAN DER ZWART, H.J.R. LENDERS & A. BIJ DE VAATE (2009): The river Rhine: a global highway for dispersal of aquatic invasive species. *Biological Invasions* 11: 1989-2008
- LUBW (ED.) (2008): FIREBO - Fischfreundliche Renaturierung am Bodensee.- Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz B.-W. (LUBW), Langenargen
- MARTENS, A. & K. GRABOW (2006): *Crangonyx pseudogracilis* am Oberrhein (Crustacea: Amphipoda): ein Neozoe besiedelt erfolgreich Gewässer abseits der ausgebauten Fahrrinne. *Lauterbornia* 58: 131-137
- MARTENS, A. & K. GRABOW (2008): Das Risiko der Verschleppung neozoischer Amphipoda beim Überlandtransport von Yachten. *Lauterbornia* 62: 41-44
- NALEPA, T.F. & D.W. SCHLOESSER (1993): *Zebra mussels: biology, impacts, and control.*- Lewis Publisher, Boca Raton
- REY, P., U. MÜRLE, J. ORTLEPP, M. MÖRTL, N. SCHEIFHACKEN, S. WERNER, W. OSTENDORP & J. OSTENDORP (2005a): Wirbellose Neozoen im Bodensee.- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe
- REY, P., J. ORTLEPP & D. KÜRY (2005b): Wirbellose Neozoen im Hochrhein. Ausbreitung und ökologische Bedeutung.- Schriftenreihe Umwelt Nr. 380. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern
- REY, P., P. TEIBER & M. HUBER (2009): Renaturierungsleitfaden Bodenseeufer.- Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB), Bregenz
- RINDT, C. (2009): Garnelen-Schwärme vor der Kamera. *St. Galler Tagblatt* 18. 3. 2009
- SALA, O.E., F.S. CHAPIN III, J.J. ARMESTO, E. BERLOW, J. BLOOMFIELD, R. DIRZO, E. HUBER-SANWALD, L.F. HUENNEKE, R.B. JACKSON, A.



- KINZIG, R. LEEMANNS, D.M.  
 LODGE, H.A. MOONEY, M.  
 OESTERHELD, N.L. POFF, M.T.  
 SYKES, B.H. WALKER, M.  
 WALKER & D.H. WALL (2000):  
 Global Biodiversity Scenarios for the  
 Year 2100. *Science* 287: 1770-1774
- SCHLEUTER, D. & R. ECKMANN  
 (2008): Generalist versus specialist: the  
 performances of perch and ruffe in a  
 lake of low productivity. *Ecology of  
 Freshwater Fish* 17: 86-99
- SCHMEDTJE, U. & F. KOHMANN  
 (1992): Bestimmungsschlüssel für die  
 Saprobier-DIN-Arten  
 (Makroorganismen).-  
 Informationsberichte Heft 2/88. Bayer.  
 Landesamt für Wasserwirtschaft,  
 München
- SCHÖLL, F. (2009): Rhein-  
 Messprogramm Biologie 2006/2007  
 Teil II-D. Das Makrozoobenthos des  
 Rheins 2006/2007.- Internationale  
 Kommission zum Schutz des Rheins  
 (IKSR), Koblenz
- SEEBENS, H., U. EINSLE & D.  
 STRAILE (2009): Copepod life cycle  
 adaptations and success in response to  
 phytoplankton spring bloom  
 phenology. *Global Change Biology* 15:  
 1394–1404
- SIESSEGGER, B. (1969): Vorkommen  
 und Verbreitung von "*Dreissena  
 polymorpha* PALLAS" im Bodensee.  
 Gas- u. Wasserfach (gwf), Wasser u.  
 Abwasser 110: 813-814
- TEIBER, P. & B. SIESSEGGER (2002):  
 Voruntersuchungen zur Ermittlung des  
 Umfangs und der Gestaltung einer  
 Revitalisierungsmaßnahme am  
 "Grünen Damm", Marktgemeinde  
 Hard/Vorarlberg.- Bericht für das  
 Landeswasserbauamt Bregenz,  
 Langenargen
- WERNER, S. & M. MÖRTL (2004):  
 Erstnachweis der Fluss-  
 Körbchenmuschel *Corbicula fluminea*  
 im Bodensee. *Lauterbornia* 49: 93-97
- WERNER, S., M. MÖRTL, H.G.  
 BAUER & K.O. ROTHHAUPT  
 (2005): Strong impact of wintering  
 waterbirds on zebra mussel (*Dreissena  
 polymorpha*) populations at Lake  
 Constance, Germany. *Freshwater  
 Biology* 50: 1412-1426
- WITTMANN, K.J. (1995): Zur  
 Einwanderung potamophiler  
 Malacostraca in die obere Donau:  
*Limnomysis benedeni* (Mysidacea),  
*Corophium curvispinum* (Amphipoda),  
 und *Atyaephyra desmaresti*  
 (Decapoda). *Lauterbornia* 20: 77-85
- WITTMANN, K.J. (2007): Continued  
 massive invasion of Mysidae in the  
 Rhine and Danube river systems, with  
 first records of the order Mysidacea  
 (Crustacea: Malacostraca: Peracarida)  
 for Switzerland. *Revue Suisse de  
 Zoologie* 114: 65-86
- WITTMANN, K.J. (2008): Weitere  
 Ausbreitung der pontocaspischen  
 Schwebgarnele (Crustacea: Mysida:  
 Mysidae) *Katamysis warpachowskyi* in  
 der oberen Donau: Erstnachweis für  
 Deutschland. *Lauterbornia* 63: 83-86
- WITTMANN, K.J. & A.P. ARIANI  
 (2000): *Limnomysis benedeni*:  
 Mysidacé Ponto-Caspien nouveau pour  
 les eaux douces de France (Crustacea,  
 Mysidacea). *Vie et Milieu* 50: 117-122



