

Invasive Tierarten

Untersuchung der Neozoenproblematik am Beispiel der Grobgerippten Körbchenmuschel

Maturitätsarbeit von Oliver Grah, 6fG, betreut von Michael Widmer

Abgabedatum: 7.12.2010



Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort	3
2. Einleitung	3
3. Die Neozoenproblematik	6
3.1 Was sind Neozoen?	6
3.2 Ökologische, ökonomische und gesundheitliche Auswirkungen	6
3.3 Neozoen im Bodensee	10
3.3.1 Entwicklungsgeschichte	10
3.3.2 Mögliche Einschleppungs- und Verbreitungswege	12
3.3.3 Zukunftsszenarien	13
4. Felduntersuchung im Bodensee	14
4.1 Die Grobgerippte Körbchenmuschel	14
4.2 Material und Methoden	18
4.2.1 Untersuchungsgebiet	18
4.2.2 Ausrüstung	18
4.2.3 Versuchsdurchführung	18
4.3 Resultate	19
4.4 Diskussion	20
5. Experiment im Aquarium	22
5.1 Material und Methoden	22
5.2 Resultate	23
5.3 Diskussion	24
6. Abstract	25
7. Literaturverzeichnis	26
8. Anhang	28

1. VORWORT

Wie bin ich auf das Thema meiner Maturarbeit gekommen? Da ich während der Themenwahlphase ein begeisterter Taucher war, wollte ich ein Thema finden, bei dem ich tauchen konnte. Ausserdem wollte ich eine naturwissenschaftliche Arbeit schreiben, da ich zu dem Zeitpunkt im Sinn hatte, Biologie zu studieren. Über Tauchkollegen und Tauchinternetseiten erfuhr ich von der Invasion im Bodensee und verfolgte interessiert alle Artikel über die sogenannten Neozoen. Doch war ich lange unschlüssig darüber, was ich selber untersuchen könnte. Schliesslich riet mir Herbert Löffler vom Limnologischen Institut Baden-Württemberg, die Tiefenverteilung der Grobgerippten Körbchenmuscheln zu untersuchen. Diese Idee setzte ich dann auch um, wenn auch in kleinem Umfang. Weil diese Untersuchung allein etwas wenig hergab, führte ich kurzfristig noch ein Experiment mit den Körbchenmuscheln durch, das aber für den verhältnismässig grossen Aufwand leider wenig Resultate lieferte. Dennoch war das Arbeiten an der Maturarbeit eine interessante und sehr lehrreiche Erfahrung. Ich musste einige Schwierigkeiten überwinden, hatte aber immer wieder auch Spass.

Ich möchte mich bei Michael Widmer für seine Betreuung und Unterstützung bedanken und bei Christoph Zingg, der mich bei der Felduntersuchung im Bodensee begleitete und tatkräftig mithalf. Ausserdem möchte ich mich bei unserer Tierpflegerin Angela Regenscheid für ihre Hilfe bedanken und bei allen anderen Personen, die mich mit Rat und Tat unterstützten.

2. Einleitung^{1,2}

In meiner Maturarbeit will ich die Problematik eingeschleppter oder eingewanderter Tierarten in fremde Ökosysteme erläutern. Diese sogenannten Neozoen sorgen auf der ganzen Welt für Schlagzeilen, da sie unberechenbare Auswirkungen auf die einheimische Tier- und Pflanzenwelt haben. Am stärksten beeinflusst werden kleinere Inseln, deren isolierte Ökosysteme durch Eindringlinge leicht gestört werden können. Aber auch der

¹ Nobochamp, «Australische Kanincheninvasion»
<http://www.nobochamp.de/invasion.html/> (22.10.2010).

² DAISIE, Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe.
<http://www.europe-aliens.org/> (7.11.2010).

amerikanischen und australischen Kontinent sind stark betroffen. Ein bekanntes Beispiel sind die 1859 in Australien eingeführten Kaninchen, die grosse Schäden an der Landwirtschaft verursachten und deren Dezimierung grosse Schwierigkeiten bereitete.

In der Schweiz ist die Zahl der Neozoen im Vergleich zu anderen Ländern relativ klein. Die meisten sind Wirbellose wie Webspinnen, Fadenwürmer oder Weichtiere, als bekanntes Beispiel hierzu die Spanische Wegschnecke *Arion vulgaris*, die in ganz Mitteleuropa für Gartenbesitzer eine Plage ist. Mit mehreren hundert Arten sind die Insekten, wie zum Beispiel der Kartoffelkäfer *Leptinotarsa decemlineata*, am stärksten vertreten. Aber auch einige Vögel und Säugetiere haben sich in der Schweiz angesiedelt oder wurden absichtlich eingeführt. Bekannt sind zum Beispiel der Höckerschwan *Cygnus olor* (siehe Abb. 1 unten), die Rostgans *Tadorna ferruginea*, der Sikahirsch *Cervus Nippon* und die Biberratte *Myocastor coypus* (siehe Abb. 1 unten). Gerade in letzter Zeit erregten neue Neozoenarten wie der Asiatische Marienkäfer *Harmonia axyridis* und der Signalkrebs *Pacifastacus leniusculus* Aufsehen wegen ihrem aggressiven Verhalten.



Abbildung 1: Zwei Schweizer Neozoen: Höckerschwan³ und Biberratte⁴

³ M. Schwermann. <http://waidmannsheil.biz/contents2.html> (12.11.2010).

⁴ Michas Picturama.

<http://picasaweb.google.com/lh/photo/CvW7CLwWW4FmNGBoVWODmQ> (12.11.2010).

Ich will in meiner Arbeit im Speziellen auf die Neozoen im Bodensee eingehen, die erst seit wenigen Jahren Aufmerksamkeit erregen und über die noch wenig bekannt ist. Verschiedene Muschel-, Krebs- und Fischarten haben das Ökosystem des Bodensees aber schon zunehmend verändert, indem sie einheimische Arten konkurrieren und verdrängen. Gerade in den letzten Jahren sind verschiedene neue Arten entdeckt worden, deren Auswirkungen auf das ökologische Gleichgewicht des Bodensees noch grösstenteils ungeklärt sind.

In meiner praktischen Felduntersuchung untersuche ich eine Neozoenart, die seit 2003 im Bodensee bekannt ist: Die Grobgerippte Körbchenmuschel *Corbicula fluminea*. Ich habe mir folgende Fragestellung als Ziel gesetzt:

- In welchen Tiefen kommen die Grobgerippten Körbchenmuscheln vor? Gibt es Dichteunterschiede bezüglich der Tiefe?

Um diese Fragen zu beantworten, führe ich Probenahmen im Bodensee durch. Ich werde mit einem Tauchpartner mehrere Tauchgänge absolvieren und mit entsprechender Ausrüstung Proben auf verschiedenen Tiefen entnehmen. Diese zähle und werte ich statistisch aus. Meine Ergebnisse werde ich mit Fachliteratur vergleichen.

Anschliessend führe ich ein Experiment durch, bei dem ich Körbchenmuscheln unter verschiedenen Bedingungen in Aquarien halte und deren Entwicklung beobachte. Die Fragestellung soll hier sein:

- Bei welchen Temperaturen und auf welchem Substrat können sich Grobgerippte Körbchenmuscheln besser entwickeln?

Ich hoffe, durch dieses Experiment die Ergebnisse der Felduntersuchung sinnvoll ergänzen zu können.

Mit meiner Maturarbeit will ich einen interessanten Einblick in das fremde Leben unter der Wasseroberfläche des Bodensees geben und die Neozoenproblematik verständlich machen.

3. Die Neozoenproblematik

3.1 Was sind Neozoen ?^{5,6}

Neozoen sind in einem bestimmten Gebiet nicht-heimische Tierarten, die erst nach 1492 unter direkter oder indirekter Mithilfe des Menschen in dieses Gebiet gelangt sind und hier wild leben oder gelebt haben.

Diese heute gültige Definition beschreibt ein globales ökologisches Problem, das neben dem Artensterben die bedeutendste Veränderung der Artenvielfalt darstellt. Neozoen tauchen überall auf, wo der Mensch sie zu Zuchtzwecken, zur Regulierung anderer Arten oder zum Ersatz anderer Tierarten eingeführt hat. Sie können aber auch unbeabsichtigt durch den internationalen Warenverkehr, den Tourismus oder den Bau von Kanälen in fremde Gebiete gelangen. Neozoen überwinden geografische Barrieren wie Berge und Ozeane mithilfe des Menschen und unterscheiden sich somit von expansiven Tierarten, die sich durch natürliche Wanderung verbreiten. Die Folgen dieser biologischen Invasionen erläutere ich im folgenden Kapitel.

3.2 Ökologische, ökonomische und gesundheitliche Auswirkungen

Die Auswirkungen von Neozoen sind sehr unterschiedlich und schwer vorherzusagen, oft aber sind die Folgen verheerend. In vielen Ländern, insbesondere in Europa, ist die Problematik erst seit wenigen Jahren bekannt. Sie führten Neozoen zur Bekämpfung von Schädlingen ein und betrachteten sie als exotische Bereicherung der heimischen Natur, ohne aber die Konsequenzen zu erahnen. Andere Länder, vor allem Inselstaaten, haben die folgenschweren Folgen schon gespürt und Gegenmassnahmen getroffen. In Europa wird das Problem zusehends erkannt und erforscht, im Vergleich zu Ländern wie Australien und Neuseeland aber wenig dagegen unternommen. Die Neozoenschäden sind in diesen Inselstaaten aber weitaus gravierender als bei uns; folglich wurde dort das Problem auch früher erkannt und nimmt einen viel höheren Stellenwert ein.

⁵ Biologische Vielfalt - Clearing House Mechanism, §Glossar%

<http://www.biologisheviefalt.at/hot-topics/nicht-heimische-arten/glossar/> (23.08.2010).

⁶ LfU, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (2005), §Wirbellose Neozoen im Bodensee%
Download unter <http://www.neozoen-bodensee.de/projekt/bisher-erschiene>, S. 9.

Die ökologische Bedeutung durch Neozoen will ich am Beispiel Neuseeland aufzeigen: In Neuseeland hat sich durch seine isolierte Lage inmitten des Pazifiks ein einzigartiges Ökosystem entwickelt, dessen spezielle Flora und Fauna jährlich Millionen Touristen anzieht. Herausragend ist, dass in Neuseeland, mit Ausnahme einer Fledermausart, keine ursprünglichen Landsäugetiere existieren und die somit freien ökologischen Nischen von Vögeln besetzt sind. Viele von ihnen sind flugunfähig wie zum Beispiel die drei Kiwiarten der Familie *Apterygidae* (siehe Abb. 2 auf S. 8), die wegen ihrem faszinierenden Aussehen und ihrer eigenwilligen Lebensweise zum Nationaltier Neuseelands wurden. Sie lebten lange Zeit ungestört in den weiten Wäldern, doch als die ersten Siedler nach Neuseeland kamen und ihre Nutz- und Hausiere mitbrachten, war die Ruhe für die einheimischen Kiwis schlagartig vorbei. Sie wurden lange Zeit systematisch gejagt und fast ausgerottet. Als 1896 die Jagd verboten wurde, drohte den Kiwis zwar keine direkte Gefahr mehr durch den Menschen, doch wegen den für Jagd und Zucht eingeschleppten Tierarten wie Marder und Fuchskusu, einer ursprünglich aus Australien stammenden Possumart, ging es ihnen auch nachher nicht viel besser. Besonders der Fuchskusu *Trichosurus vulpecula* (siehe Abb. 2 auf S. 8) stellt als gefräßiger Jäger bis heute eine grosse Gefahr für die flugunfähigen Vögel dar.

Der Kiwi zählt heute wie viele andere Vogelarten in Neuseeland zu den gefährdeten Arten. Durch das Bestreben der Neuseeländer, ihr Nationaltier und ihre Natur zu schützen, wurde die Neozoenproblematik zu einem der politisch wichtigsten Themen und Neuseeland ist weltweit eines der führenden Länder im Bereich Neozoenforschung. Zahlreiche Massnahmen wurden schon durchgeführt, um die Eindringlinge wieder auszurotten. Beispielsweise werden die Fuchskusus systematisch und skrupellos getötet. Da es aber praktisch unmöglich ist, ein Neozoon ganz zu vertreiben, wird grossen Wert darauf gelegt, keine weiteren Neozoen ins Land zu lassen. Dementsprechend sind die Zollvorschriften im Bereich Tiertransport sehr streng und jeder Einreisende an Flughäfen und Häfen wird gründlich kontrolliert.⁷

⁷ Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, *Kiwis*, Bearbeitungsstand: 1.11.2010, 20.22 Uhr.
<http://de.wikipedia.org/wiki/Kiwis> (22.11.2010).



Abbildung 2: Eindringling und Opfer: Fuchskusu⁸ und Kiwi⁹ in Neuseeland

Dieses Beispiel zeigt deutlich die durch Neozoen verursachten, schädlichen Auswirkungen auf einheimische Ökosysteme. Dabei wird kein bewohnter Lebensraum verschont: Wälder, Gebirge, Seen, Flüsse und Kulturlandschaften werden alle von Eindringlingen besiedelt und verändert. Einheimische Tierarten können aussterben oder werden durch Kreuzung mit Neozoen genetisch geschwächt.

Ein weiteres einschlägiges Beispiel für eine folgenreiche, menschliche Fehleinschätzung von Neozoen ist die Rattenbekämpfung auf Jamaika. Die Nager waren durch Schiffe der Europäer auf die karibische Insel gelangt und vermehrten sich auf Kosten der heimischen Ferkelratten *rapide*. Ausserdem schädigten sie die Wirtschaft, da sie grosse Mengen des angebauten Zuckerrohrs frassen. Um die Schädlinge zu bekämpfen, führte man den als Rattenjäger bekannten Indischen Mungo *Herpestes edwardsii* ein. Obwohl sich die Zahl der Ratten daraufhin stark verringerte, fielen die Einbussen beim Zuckerrohranbau höher aus als vor der Einführung des Mungos. Der Grund dafür waren die Raupen des Zuckerrohrzünslers, welche die Pflanzen nun befielen. Sie waren bisher von Antillenfröschen und Rallen reguliert worden. Nachdem aber die Ratten selten geworden waren, musste sich der Mungo neue Beute suchen und fand sie in diesen Insektenjägern. Das ganze öko-

⁸ The Flying Kiwi, 1 Australian Marsupials+

<http://www.richard-seaman.com/Mammals/Australia/index.html> (3. November 2010).

⁹ National Geographic, 8Kiwi Bird%

http://news.nationalgeographic.com/news/2006/02/0217_060217_kiwi.html (3. November 2010).

regionale Ertragsverluste war durch den Mangel an Mungos, weil die Rolle des Mungos falsch eingeschätzt worden war, und der geplante Nutzen für die Zuckerrohrplantagen kehrte sich ins Gegenteil. Erst als, wie bei den Possums in Neuseeland, ein Kopfgeld auf die Mungos ausgesetzt wurde, konnte die Inselplage eingedämmt werden.¹⁰

Neozoen können wirtschaftliche Schäden in Millionenhöhe verursachen. Besonders betroffen sind Land- und Forstwirtschaft. Als der Kartoffelkäfer *Leptinotarsa decemlineata* vor etwa hundert Jahren in Europa auftauchte, hatte er keine natürlichen Fressfeinde und zerstörte in ganz Europa riesige Kartoffelflächen. Er war mehrmals der Auslöser von gravierenden Hungernöten. Heute wird er durch zahlreiche chemische wie auch biologische Verfahren erfolgreich bekämpft.¹¹

Auch in anderen Bereichen wie zum Beispiel der Fischerei, dem Tourismus, der Schifffahrt und der Wasserversorgung entstehen wirtschaftliche Schäden. Beispielsweise werden einheimische Fischarten oft durch Neozoen verdrängt und dadurch sowohl die Natur als auch die Fischerei geschädigt.

Schliesslich können Neozoen auch die Gesundheit des Menschen gefährden, indem sie Krankheitserreger verbreiten. Die Asiatische Tigermücke *Aedes albopictus* ist als Überträger gefährlicher Tropenkrankheiten wie dem Dengue-Fieber, Gelbfieber, Chikungunya-Fieber, dem West-Nil-Virus und der St.-Louis-Enzephalitis bekannt. Sie breitete sich über den Seeweg in der ganzen Welt aus und wurde 2003 erstmals in der Schweiz festgestellt. Wissenschaftler erwarten, dass sie bald in ganz Mitteleuropa ausgebreitet sein wird. Die unmittelbare Gefahr wurde offensichtlich als im Sommer 2007 in Ravenna und 200 Personen am gefürchteten Chikungunya-Fieber erkrankten. Seither wird die Asiatische Tigermücke durch teure Massnahmen bekämpft.¹²

¹⁰ König, Kristina, Eleonorenschule, s3. Unterrichtsbesuch im Fach Biologie+

<http://download.bildung.hessen.de/unterricht/lernarchiv/stsem/uentwurf/bio/biosek2/koenig3.pdf>
(10.11.2010).

¹¹ Wikipedia, sKartoffelkäfer%, Bearbeitungsstand: 2.11.2010, 22.34.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Kartoffelk%C3%A4fer> (7.11.2010).

¹² Mücken.org . Alles über Mücken, sAsiatische Tigermücke - *Aedes albopictus*%

<http://www.muecken.org/asiatische-tigermuecke-aedes-albopictus> (7.11.2010).

Diese Beispiele verdeutlichen, wie komplex und tiefgreifend die Folgen von Neozoen sein können. Die positiven Effekte, die der Mensch sich durch die Einführung einer fremden Tierart erhofft hat, werden klar von den Gefahren und Schäden überschattet, die ausgelöst werden.

3.3 Neozoen im Bodensee

3.3.1 Entwicklungsgeschichte^{13,14,15}

Das Ökosystem des Bodensees hat sich in den letzten 50 Jahren durch das Eindringen von Neozoen stark verändert. Der erste Eindringling war 1965 die Dreikantmuschel (auch Zebra- oder Wandermuschel genannt) *Dreissena polymorpha*, die sich derart schnell ausbreitete, dass sie Wasserrohre verstopfte, die dann unter hohem Kosten- und Zeitaufwand gereinigt werden mussten. Durch ihre Konkurrenzstärke und ihre schnelle Vermehrung stört sie die natürliche Artenvielfalt des Bodensees und könnte für den Rückgang der einheimischen Grossmuscheln verantwortlich sein. Profitiert von der Wandermuschel haben in starkem Ausmass Wasservögel und Fische, die die neue Muschelart als Nahrungsquelle entdeckten. So überwintern heute zeitweise bis zu zehnmal mehr Tauchenten und Blässhühner am Bodensee als noch vor 50 Jahren und halten die Populationen der Dreikantmuschel begrenzt.

Auch zahlreiche fremde Fischarten sind in den letzten Jahrzehnten in den Bodensee gelangt. Der 1987 eingeschleppte Kaulbarsch *Gymnocephalus cernuus* war dem einheimischen Flussbarsch *Perca fluviatilis* schon nach wenigen Jahren zahlenmässig überlegen und steht mit ihm seither in direkter Nahrungskonkurrenz. Der von Aquarienbesitzern ausgesetzte Goldfisch *Carassius auratus auratus* stellt eine Bedrohung für Wasserinsekten und Amphibien dar. Der Blaubandbärbling *Pseudorasbora parva*, der erst vor

¹³ ANEBO, Aquatische Neozoen im Bodensee.
<http://www.neozoen-bodensee.de/> (7.11.2010).

¹⁴ Neobiota, Neue Arten in Tauchgewässern, «Steckbrief Zebramuschel»
<http://neobiota.umwelt.vdst.de/pdf/Dreissena.pdf> (7.11.2010).

¹⁵ UMG, Umweltbüro Grabher, «Neozoen, Probleme durch ausgesetzte Tierarten»
<http://www.naturtipps.at/neozoen.html> (7.11.2010).

wenigen Jahren im Bodensee nachgewiesen wurde, könnte sich als Konkurrent für heimische Kleinfischarten und Überträger von Fischkrankheiten erweisen.¹⁶

Seit der Verbreitung der Krebspest durch amerikanische Krebsarten wie dem Kambereis *Orconectes limosus* und dem Signalkrebs *Pacifastacus leniusculus* sind die heimischen Edel- und Steinkrebsarten fast völlig aus dem Bodensee verschwunden. Heute wird mit aufwändigen Aktionen versucht, die heimischen Krebse zu fördern und die Eindringlinge zu bekämpfen. Ein bedeutender Erfolg ist aber nicht absehbar.

Viele weitere Neozoen, mehrheitlich Wirbellose wie Schwebegarnelen, Wasserasseln und Fischegel, sind in den letzten Jahrzehnten im Bodensee entdeckt worden. Aufgrund mangelnder früherer Untersuchungen kann leider wenig über deren Auswirkungen auf das Ökosystem des Bodensees gesagt werden. Klar ist nur, dass sie einiges verändert haben und einheimische Tierarten verdrängt haben. Da man die Tiere unter Wasser aber schlecht beobachten kann, ist es schwierig, Informationen über deren Zusammenleben zu gewinnen.

Im heißen Sommer 2003 sind zudem zwei weitere Neozoen im Bodensee aufgetaucht, die zurzeit unter genauer Beobachtung stehen: Die Grobgerippte Körbchenmuschel *Corbicula fluminea*, die ich noch genauer vorstellen werde und der Grosse Höckerflohkrebs *Dikerogammarus villosus*, der wegen seinem aggressiven Verhalten eine Gefahr für viele Kleinstlebewesen darstellt. Auch die Donau-Schwebegarnele *Limnomysis benedeni* und der Aufrechte Flohkrebs *Crangonyx pseudogracilis* haben sich in den letzten Jahren im Bodensee ausgebreitet.

Um den Kenntnisstand über die Neozoen im Bodensee zu verbessern und mögliche Lösungen zu finden, haben mehrere Gewässer-Institute und Universitäten das Projekt ANEBO (Aquatische Neozoen im Bodensee) ins Leben gerufen. Seine wesentliche Aufgabe liegt im Monitoring, dem Erfassen und Beobachten der Neozoen. Weiterführend werden die Einflüsse der Neozoen auf heimische Tierarten abgeklärt und ökologische und

¹⁶ Gewässerschutzfachstellen der Kantone und Länder am Bodensee (2008), „Neuankömmlinge im Bodensee“ Download unter <http://www.neozoen-bodensee.de/aktuelles> (12.11.2010).

ökonomische Schäden abgeschätzt. Von besonderer Bedeutung ist schliesslich das Entwickeln von Vorsorgemassnahmen und Massnahmen zur Schadensbegrenzung. Eine weitere, wichtige Aufgabe ist die Aufklärung der Öffentlichkeit über die möglichen Folgen der Neozoen-Einschleppung.

3.3.2 Mögliche Einschleppungs- und Verbreitungswege¹⁷

Neozoen können auf verschiedenen Wegen in den Bodensee gelangen und sich von da weiter ausbreiten. Die meisten aus fernen Regionen wie Asien und Amerika stammenden Eindringlinge gelangen im Ballastwasser¹⁸ von Schiffen nach Europa. Der Bodensee ist für Schiffe auf dem Wasserweg zwar nicht direkt erreichbar, Neozoen können aber trotzdem durch so genannte Wanderboote auf dem Landweg in den Bodensee gelangen. Dabei handelt es sich meistens um Muscheln, Schnecken und Eier anderer Arten, die auch Trockenperioden überstehen können. Man nimmt an, dass zum Beispiel die Dreikantmuschel auf diesem Weg in den Bodensee gelangt ist.

Von ausschlaggebender Bedeutung für die Einschleppung zahlreicher Neozoen war der Ausbau der Schifffahrtswege und insbesondere die Eröffnung des Main-Donau-Kanals im Jahr 1992, der den Weg für unzählige Eindringlinge aus der Schwarzmeerregion wie dem Grossen Höckerflohkrebs ebnete.

Einen weiteren Einschleppungsweg stellen Wasservögel und Wanderfische dar. Es ist noch unklar, ob von Vögeln gefressene Muscheln eventuell unbeschadet den Darmtrakt mit dem Kot verlassen und so grosse Strecken überwinden können. Es wird aber angenommen, dass sie als Larven im Gefieder von Wasservögeln mitfliegen können. Nahezu sicher ist, dass sich die Larven der Körbchenmuschel und der Dreikantmuschel auf der Schleimhaut grösserer Fische festsetzen und sich auf diese Weise ausbreiten können.

¹⁷ LfU, [Neozoen im Bodensee](#) S. 12,14.

¹⁸ **Ballastwasser** wird zur Stabilisierung von Schiffen aufgenommen, um die Seetauglichkeit während Leerfahrten zu erhalten. Das Wasser wird in eigene Ballasttanks oder in den Hohlraum zwischen doppelten Bordwänden des Schiffsrumpfes aufgenommen. *Quelle: Wikipedia.*

Werte können Neozoen, vor allem Benthosorganismen (am Boden lebende Arten), auch durch Fischbesatz¹⁹ transportiert werden. Wenn sie in Fischbehälter gelangen und den Transport überleben, können sie sich am neuen Besatzt vermehren.

Auch die Aquaristik und Teiche stellen eine potenzielle Neozoenquelle dar, da oft Aquarienwasser mit lebenden Tieren ins freie Wasser oder in die Kanalisation entsorgt werden. Die Süßwasserkrebse und Weichtiere, die in letzter Zeit bei Aquarianern immer beliebter werden, können sich aber nur selten in Gewässern wie dem Bodensee ausbreiten, da die Wassertemperaturen zu tief sind. Es wurde schon beobachtet, dass sich in Teiche eingesetzte Signalkrebse auch in umgebenden Gewässern ausbreiteten.

Aus wirtschaftlichen Gründen wurden schon mehrere Fisch- und Krebsarten absichtlich in den Bodensee eingesetzt. Die Regenbogenforelle *Oncorhynchus mykiss* und der Zander *Sander lucioperca* gelangten so schon im 19. Jahrhundert in den Bodensee.²⁰

Weitere theoretisch mögliche Einschleppungswege sind schlecht gereinigte Angel- und Tauchausrüstungen sowie Kies- und Baggergut.

3.3.3 Zukunftsszenarien²¹

Begünstigt durch zunehmenden Schiffsverkehr und Tourismus werden auch in Zukunft sicherlich neue Neozoen in den Bodensee gelangen und die bereits vorhandenen wie zum Beispiel die Grobgerippte Körbchenmuschel und der Grosse Höckerflohkrebs werden sich wohl weiter ausbreiten. In den benachbarten Gewässern wie zum Beispiel dem Rhein sind in letzter Zeit verschiedene Neozoen entdeckt worden, die noch nicht bis in den Bodensee gelangt sind. Ohne rechtzeitige Vorsorgemassnahmen könnten sie demnächst auch in den Bodensee eingeschleppt werden. Beispiele sind die Chinesische Teichmuschel *Sinano-donta woodiana*, deren Larven Fische parasitieren, der für einheimische Krebse gefähr-

¹⁹ Unter **Fischbesatz** versteht man das absichtliche Aussetzen einer grösseren Anzahl von Fischen in ein Gewässer. Die Besatzfische stammen in der Regel aus Aufzuchtanlagen oder . gewässern.
Quelle: FIBER, Schweizerische Fischereiberatungsstelle, *Fischbesatz in Fliessgewässern%*
http://www.fischereiberatung.ch/docs/inhalt/fischbesatz_d.pdf (12.11.2010).

²⁰ Gewässerschutzfachstellen der Kantone und Länder am Bodensee, *Neuankömmlinge im Bodensee%* (12.11.2010).

²¹ Ebd., (14.11.2010).

neils Gampel 2007, *Corbicula fluminea* und die Quagga-Muschel *Dreissena bugensis*, die in Amerika grosse wirtschaftliche Schäden verursacht.

Bisher stammen Neozoen, die sich in unseren Breiten fortpflanzen können, überwiegend aus Regionen mit ähnlichen klimatischen Bedingungen wie zum Beispiel Osteuropa und Nordamerika. Wenn sich der Bodensee durch den fortschreitenden Klimawandel erwärmt, könnte dies die Zuwanderung von Tierarten und Krankheitserregern aus wärmeren Gegenden begünstigen. Neozoen aus der Mittelmeerregion wären dann keine Seltenheit mehr. Ein erster Hinweis in diese Richtung ist das Auftreten der wärmeliebenden Süswasserqualle *Craspedacusta sowerbyi*, die im sehr heissen Sommer 2003 über mehrere Wochen Schwärme bildete.

Es ist wichtig, dass sich Wissenschaftler und Politiker weiter intensiv mit der Neozoenproblematik beschäftigen. Nach wie vor besteht viel Forschungsbedarf, um die weitreichenden Auswirkungen fremder Tierarten zu verstehen und wirksame Gegenmassnahmen zu entwickeln. Denn durch die zunehmende Globalisierung und das steigende Bevölkerungswachstum wird das Problem an Bedeutung zunehmen. Auch Wassersportler, Fischerei und Aquaristik tragen Verantwortung und können Massnahmen ergreifen, um das Risiko einer Neozoeneinschleppung zu minimieren.

4. Felduntersuchung im Bodensee

4.1 Die Grobgerippte Körbchenmuschel

Mein Untersuchungsobjekt ist die Grobgerippte Körbchenmuschel (auch Asiatische oder Grobgestreifte Körbchenmuschel genannt) *Corbicula fluminea*, einer der jüngsten Bewohner des Bodensees. Sie wurde in den 1920er-Jahren von asiatischen Einwanderern als Nahrungsmittel in Nordamerika eingeführt und gelangte von dort um 1980 nach Südwesteuropa. Mittlerweile hat sie sich in ganz Europa ausgebreitet. Im Bodensee wurde sie erstmals 2003 am österreichischen Südostufer nachgewiesen. Seither vermehrte sie sich rasant und verbreitete sich im östlichen Teil des Bodensees. Hingegen konnten bisher nur sehr wenige Körbchenmuscheln im westlichen Teil des Bodensees nachgewiesen werden (siehe Abb. 3 auf S. 15).



Abbildung 3: Verbreitung von *Corbicula fluminea* im Spätsommer 2009 (bis 1 m Tiefe unter Mittlerem Niedrigwasserstand)²²

Der bevorzugte Lebensraum der Grobgerippten Körbchenmuscheln (siehe Abb. 4 auf S. 16) sind sandige bis kiesige Gewässerböden mit wenig organischem Material, sie können aber auch auf schlammigem Grund gefunden werden. Als ursprüngliche Brackwasserart toleriert sie sowohl Süßwasser als auch hohe Salzkonzentrationen. Sie wird mit 3 Jahren geschlechtsreif und kann sich sehr schnell vermehren und so hohe Dichten erreichen (>>7000 Individuen/m²). Sie ernährt sich von Kleinstlebewesen, Schwebelagen und anderem organischem Material. Meist ist sie bis auf ihre Filtrierorgane völlig eingegraben.

²² ANEBO, *sCorbicula fluminea%*

<http://www.neozen-bodensee.de/neozen/corbicula> (7.11.2010).



Abbildung 4: Die Grobgerippte Körbchenmuschel; Foto: Stefan Werner²³

Die Schale der Grobgerippten Körbchenmuschel ist gelblich bis bräunlich und weist auf ihrer Oberfläche stark ausgeprägte Rippen auf. Die bis zu 3cm grosse Muschel ist leicht zu verwechseln mit ihrer Schwesterart, der Feingestreiften Körbchenmuschel *Corbicula fluminalis*, die aber mehr und schwächere Rippen aufweist. Die beiden Arten sind wahrscheinlich zusammen nach Europa gelangt und treten nun gemischt auf, wobei die Grobgerippte Körbchenmuschel deutlich überwiegt.

Da die Körbchenmuschel noch nicht lange im Bodensee vorkommt, ist noch wenig darüber bekannt, wie sie ihre Umgebung beeinflusst. Problematisch ist, dass sie Wasserleitungen, die zur Kühlung von Atomkraftwerken oder zur Trinkwassergewinnung benutzt werden, verstopfen und dadurch hohe Kosten verursachen kann. 1980 musste im amerikanischen Bundesaat Arkansas sogar ein Atomkraftwerk abgestellt werden, weil Körbchenmuscheln ein Löschwassersystem verstopft hatten. Die daraufhin angeordnete Untersuchung aller Atomkraftwerke des Landes zeigte, dass in 19 von 32 Anlagen Körbchenmuscheln lebten. Um die Sicherheit zu gewährleisten, wurden teure Reinigungsmaßnahmen verfügt. Solche Szenarien könnten sich auch bald in Europa abspielen. In der Folge dieser Bedrohung werden die Körbchenmuscheln gründlich untersucht und überwacht.²⁴

²³ LfU, «Wirbellose Neozoen im Bodensee» S. 23.

²⁴ Bergmann, Fabio, «Invasive Muscheln verstopfen Leitungen» in: Der Bund, Onlineausgabe, erstellt 31.07.2009.

<http://www.derbund.ch/zeitungen/wissen/Invasive-Muscheln-verstopfen-Leitungen/story/29662360> (7.11.2010).

Da die Grobgerippte Körbchenmuschel sehr genügsam ist und keine natürlichen Feinde besitzt, wird vermutet, dass sie ihren Lebensraum auf Kosten anderer Muschel- und Schneckenarten ausweitet. Es konnte bislang aber noch keine Verdrängung einer einheimischen Art durch sie beobachtet werden. Möglicherweise kann die Körbchenmuschel der Dreikantmuschel, einer älteren Neozoenart, als Unterlage dienen, da die Dreikantmuschel sonst sandige Böden meidet. Somit könnte die Körbchenmuschel für diese Art neue Lebensräume schaffen.

Im folgenden Diagramm (siehe Abb. 5 unten) ist die Tiefenverteilung der Grobgerippten Körbchenmuschel nach einer Probenahme am Rohrsitz 2004 dargestellt. Wie ersichtlich ist, wurden die meisten Muscheln im Bereich zwischen 1 m und 4 m realer Tiefe gezählt. Da diese Untersuchung schon länger zurückliegt, will ich ermitteln, ob sich diese Tiefenverteilung bis heute verändert hat.

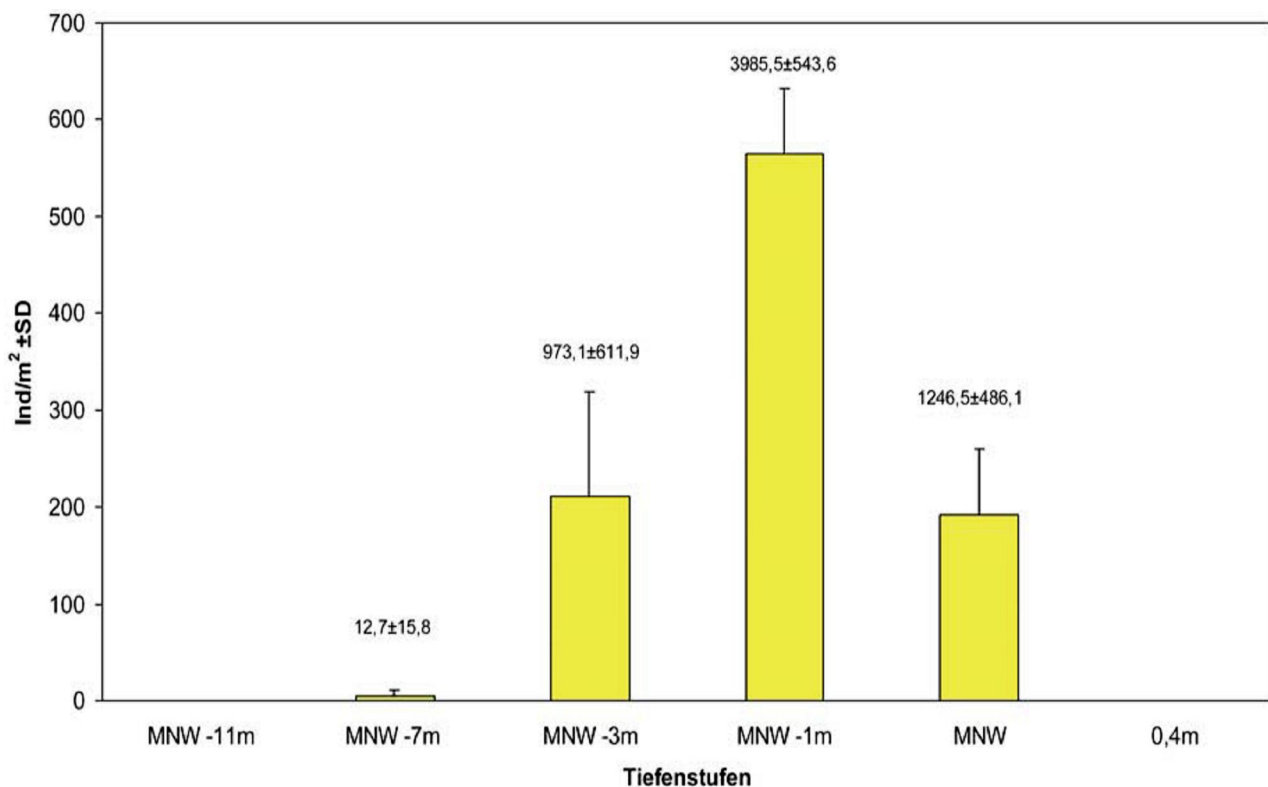


Abbildung 5: Abundanzverteilung der Grobgerippten Körbchenmuschel im untersuchten Tiefenbereich von MNW-11 m (12 m realer Tiefe) bis zur Tiefe von 40 cm. Rohrsitz. Weichkörper-Trockenmassen (mg/m² mit Standardabweichung) sind über den jeweiligen Balken angegeben.²⁵

²⁵ LfU, Wirbellose Neozoen im Bodensee S. 25.

4.2 Material und Methoden

4.2.1 Untersuchungsgebiet

Die Felduntersuchung führte ich am 5. Mai 2010 in der Umlandbucht bei Horn durch. Ich wählte diesen Ort wegen den idealen Bedingungen, die ich hier vorfand: Einen sandig-kiesigen Untergrund bis in ca. 5 m Tiefe, der dann in Seekreide²⁶ übergeht. Auf etwa 4 m ist der Bodenbewuchs stärker. Ausserdem ist das Tauchprofil geeignet, da der Boden sanft abfällt und keine Hindernisse aufweist. An diesem Tauchplatz hatte ich schon bei früheren Tauchgängen zahlreiche Körbchenmuscheln gesehen.

4.2.2 Ausrüstung

Für die Probenahme, benötigte ich eine Tauchausrüstung. Da das Wasser im Mai noch sehr kalt war, tauchten wir im Trockentauchanzug.

Für die Markierung einer Beprobungsfläche stellte ich einen Rahmen aus Metallrohren mit einer Fläche von 2500 cm² her, den ich auf eine passende Stelle legen konnte. Die Muscheln gruben wir mit Schaufeln aus und füllten sie in Stoffsäckchen.

4.2.3 Versuchsdurchführung

Vor den Probenahmen machten Christoph Zingg, mein Tauchpartner, und ich einen Prospektionstauchgang um festzustellen, wo wir am besten Proben entnehmen konnten (siehe Abb. 6 auf S. 19). Dabei beobachteten wir neben vielen Körbchenmuscheln auch Fischlaich und einen Krebs, der sich im Gras versteckt hatte. Danach tauchten wir zu den zu beprobenden Tiefen und gruben alle Grobgerippten Körbchenmuscheln in einer Fläche von 2500 cm² aus. Nach dem Tauchgang zählte ich sie aus, warf sie zurück ins Wasser und stellte das Ergebnis in einem Diagramm dar.

²⁶ **Seekreide** ist ein feines Sediment, welches am Grund von Seen entsteht und mehrere Meter mächtig sein kann. Die Entstehung geht auf Algen und Wasserpflanzen zurück, die aus kalkreichem Wasser Kalziumkarbonat ausfällen, das sich am Boden absetzt. Weitere Bestandteile sind Schalenstücke von Muscheln und Schnecken. *Quelle: Wikipedia.*



Abbildung 6: Mein Tauchlehrer Christoph Zingg und ich beim Prospektionstauchgang²⁷

4.3 Resultate

Da ich beim Prospektionstauchgang nur bis in ca. 5 m Tiefe Körbchenmuscheln finden konnte, beschränkte ich mich, auch aus zeitlichen Gründen, auf drei Probeflächen; je eine auf 1 m, 2 m und 4 m.

Ich stellte fest, dass die meisten Körbchenmuscheln im Sand vergraben waren und nur wenige sichtbar waren. Das Ausgraben der Muscheln erwies sich als schwieriger als gedacht, weshalb wir für eine Probefläche etwa 10 Minuten brauchten. Der Trockentauchanzug, die gewöhnungsbedürftige Schwerkraft unter Wasser und die immer schlechter werdende Sicht erschwerten die Probenahme zusätzlich. Insgesamt dauerte der Tauchgang 36 Minuten. Trotz Kälte und in den Anzug gesickertes Wasser war es auf jeden Fall eine spannende und abenteuerliche Erfahrung.

²⁷ Bild freundlicherweise von der Zingg-Dive GmbH, Mörschwil zur Verfügung gestellt.

Das wichtigste am ganzen Experiment ist das Ergebnis. Wie das folgende Diagramm zeigt (siehe Abb. 7 unten), liegt der Schwerpunkt der Körbchenmuschelverteilung mit 93 Individuen auf 2 m. Auf 4 m gingen neben zahlreichen Schnecken 35 Körbchenmuscheln ins Netz und auf 1 m mit 22 am wenigsten.

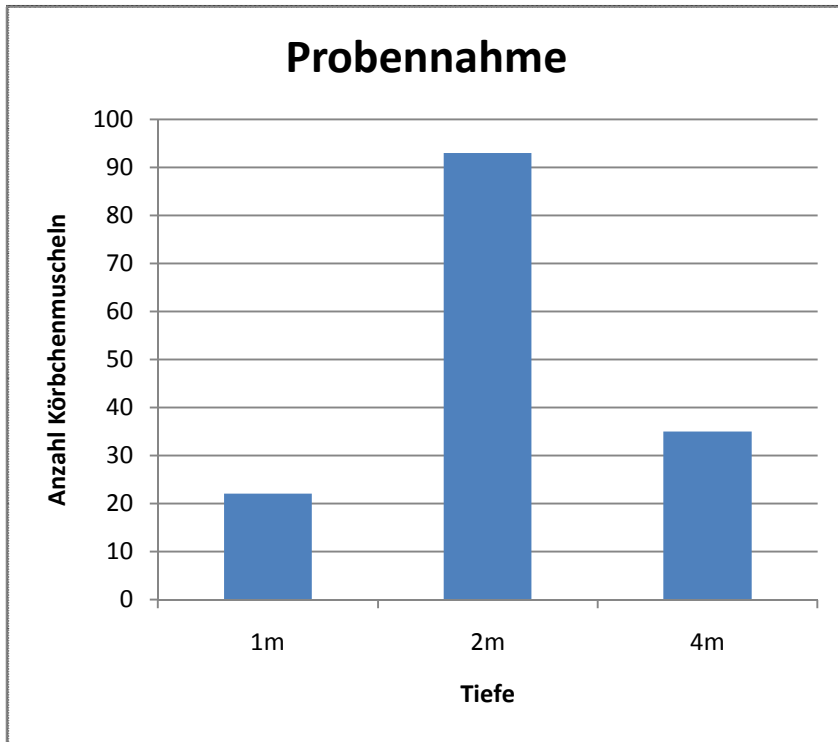


Abbildung 7: Vertikalverteilung der Körbchenmuscheln auf 1 m, 2 m und 4 m (n=150)

4.4 Diskussion

Das Ergebnis meiner Probennahme entspricht genau dem Resultat der ANEBO-Probennahme von 2004 (siehe Abb. 5 auf S. 19). Ich schliesse dar aus, dass sich die Tiefenverteilung und somit auch die Lebensbedingungen der Körbchenmuscheln nicht wesentlich verändert haben. Dabei kann ich mich aber nur auf meine einzige Probenahme stützen. Ausser dem bezieht sich diese Annahme nur auf den südöstlichen Teil des Bodensees. Im westlichen Teil gab es 2004 noch gar keine Grobgerippten Körbchenmuscheln. Es ist durchaus möglich, dass sie sich unterdessen weiter ausgebreitet haben. Über die Ursache der Tiefenverteilung kann ich nur Vermutungen anstellen: Auf 2 m Tiefe scheinen die besten Lebensbedingungen vorzuherrschen, da ich hier mit Abstand am meisten Körbchenmuscheln fand.

Die Ursache für die kleinere Muscheldichte auf 4 m Tiefe könnte am Bodenbewuchs liegen. Die Körbchenmuscheln meiden die Grasbüschel, auf denen viele Schnecken leben, und vergraben sich in den dazwischenliegenden Sandflächen. Ein weiterer Faktor könnte die je nach Tiefe unterschiedliche Temperatur sein. Da sie aber jahreszeitlichen Schwankungen unterlegen ist und die Körbchenmuscheln sehr anpassungsfähig sind, glaube ich nicht, dass dieser Faktor von ausschlaggebender Bedeutung für diese Verteilung ist.

Auf 1 m könnte der Wellenschlag die Ursache für die weniger dichte Besiedlung sein. Die Körbchenmuscheln würden hier durch die Wellen weggespült oder von herumrollenden Steinen zerquetscht. Denn anders als die sessilen Dreikantmuscheln besitzen die Körbchenmuscheln keine Sekretfäden, um sich auf Steinen festzuhalten. Für ihre mobile Lebensweise ist daher sandiger bis feinkiesiger Untergrund nötig, der aber nahe der Oberfläche von Steinen bedeckt ist.

Eine weitere Ursache könnten Wasservögel sein, die auf 1 m Tiefe besser an die Muscheln herankommen könnten als auf 2 m. Es ist bekannt, dass die Dreikantmuschel von Tauchenten in bis zu 8 m Tiefe gefressen wird. Da die Körbchenmuschel aber eine viel dickere Schale besitzt und sich im Sand eingräbt, ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie von Wasservögeln gefressen wird, relativ gering.²⁸

Abschliessend kann ich sagen, dass meine Schlussfolgerungen spekulativ sind und ich zu wenige Informationen habe, um definitive Schlüsse zu ziehen. Ich hoffe aber, dass zukünftige Untersuchungen zum Verständnis der Tiefenverteilung der Körbchenmuscheln beitragen werden.

²⁸ BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (2005), *Wirbellose Neozoen im Hochrhein*. Download unter <http://www.neozoen-bodensee.de/projekt/bisher-erschienen>, S. 21.

5. Experiment im Aquarium

5.1 Material und Methoden

Für mein Experiment besorgte ich mir 20 Grobgerippte Körbchenmuscheln aus einer Tierhandlung. Die Schule stellte mir vier 10l- und zwei 40l-Becken, 3 Heizpumpen, 2 Umwälzpumpen, 3 Thermometer, eine Waage, eine elektronische Schieblehre, ein pH-Messgerät, genügend Sand und Kies und einen Platz im Vivarium zur Verfügung. Als Futter für die Körbchenmuscheln verwendete ich zerriebenes Fischfutter. Ausserdem benötigte ich einen flüssigkeitsbasierten Nitrittest, um die Wasserqualität zu kontrollieren.

Ich richtete die Becken eine Woche vor dem Erhalt der Körbchenmuscheln ein, indem ich 5 der 6 Becken ca. 2 cm hoch mit Sand und das 6. mit Kies füllte. Das mit Kies gefüllte war eines der beiden grossen Becken. Ich füllte alle Becken zu 50% mit Teichwasser und zu 50% mit Leitungswasser. Ich platzierte die drei Heizpumpen und Thermometer in drei der kleinen Becken und die beiden Umwälzpumpen in den grossen Becken.

Am 16. Oktober 2010 stellte ich die Temperaturen in den Becken auf 24°C, 27°C und 30°C, das vierte der kleinen und die beiden grossen Becken hatten eine Temperatur von 21°C (Raumtemperatur). Dann setzte ich die Körbchenmuscheln ein, sodass sich im 21°C-Becken 2, im 24°C-Becken 3, im 27°C-Becken 2, im 30°C-Becken 2 und in den beiden grossen Becken je 5 Körbchenmuscheln befanden. Eine Körbchenmuschel war beim Transport verendet, sodass ich zu Beginn des Experiments 19 Körbchenmuscheln zur Verfügung hatte. Ich hatte die Muscheln so verteilt, dass ich sie in jedem Becken unverwechselbar wiedererkennen konnte. Die Unterscheidungskriterien dabei waren Farbe (grünlich bis gelb), Grösse, Rippenzahl und schwarze Flecken. In jedem Becken lebten dementsprechend untereinander verschieden aussehende Körbchenmuscheln.

Nachdem ich die Muscheln einquartiert und gefüttert hatte, begann ich sie zu wägen und jeweils ihre Länge, Höhe und Breite zu messen. Diese Messdaten hielt ich in einer Excel-Tabelle statistisch fest und bestimmte Mittelwerte und Standardabweichungen.

Diese Vorgehensweise behielt ich weitere 4 Wochen bis zum 18. Oktober bei. Ich fütterte sie zweimal wöchentlich, führte allwöchentlich einen 75%-Wasserwechsel durch, kontrol-

Werte der Feuchtigkeit (H_2O) des Wassers, und wog und mass alle Körbchenmuschel einmal pro Woche. Total erhielt ich 4 Messungen.

5.2 Resultate

Im Zeitraum von vier Wochen haben sich sowohl die Grösse als auch das Gewicht der Grobgerippten Körbchenmuschel nicht wesentlich verändert. 3 Muschel sind im Verlauf des Experiments gestorben.

Zu Beginn war die durchschnittliche Breite aller Körbchenmuschel 16.88 mm, die durchschnittliche Länge 15.09 mm, die durchschnittliche Dicke 11.58 mm und das durchschnittliche Gewicht 1.97 g (siehe Abb. 8 unten). Diese Werte blieben bis zum Schluss des Experiments konstant mit einer auf Messfehler beruhenden maximalen Abweichung von 0.06 mm bei der Länge und 0.01 g Abweichung beim Gewicht. Die höchste Standardabweichung bei den Grössenmessungen lag bei der Dicke bei 0.09 mm und beim Gewicht bei 0.03 g. Unterschiedliche Entwicklungen in den verschiedenen Becken konnte ich keine feststellen (siehe Anhang), erfreulicherweise überlebten die Körbchenmuschel aber unter allen Bedingungen.

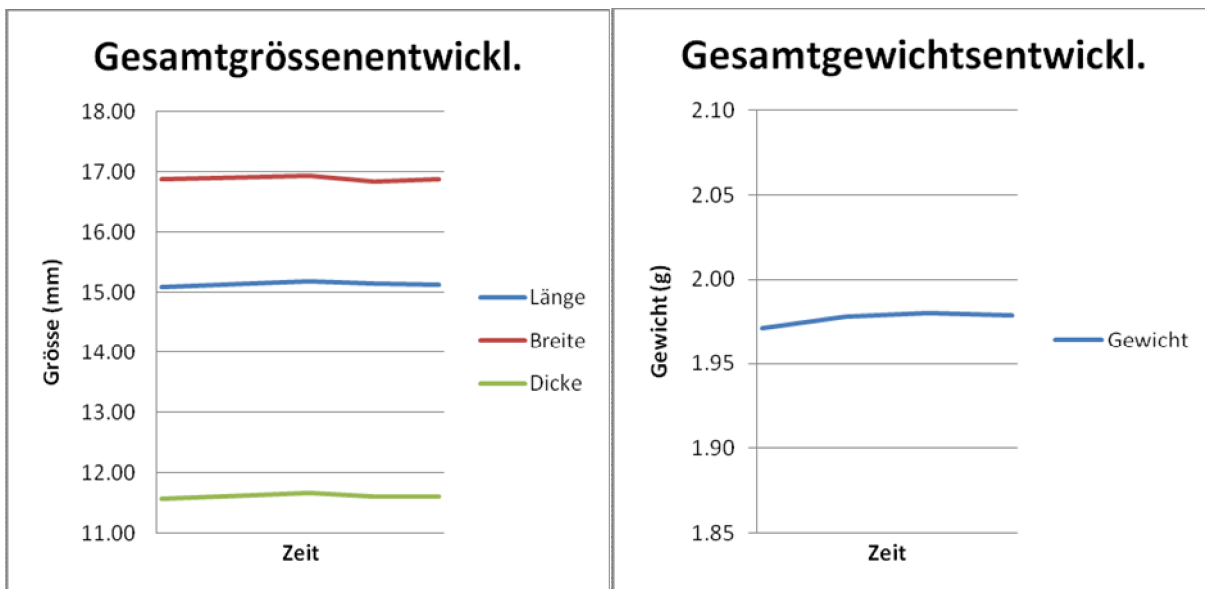


Abbildung 8: Gesamtentwicklung von Grösse und Gewicht der Grobgerippten Körbchenmuschel

3.9 Diskussion

Aus dem Ergebnis der Grössen- und Gewichtsentwicklung schliesse ich, dass in allen Becken kein nennenswertes Grössenwachstum stattgefunden hat. Es macht deshalb wenig Sinn auf die Werte der einzelnen Becken einzugehen. Vollständigkeitshalber sind sie aber im Anhang ersichtlich. Die einzelnen Abweichungen der Messwerte sind nur auf Messfehler zurückzuführen, da sich die Werte in einem sehr niedrigen Bereich befinden. Die Messungen waren dementsprechend sehr aufwändig. Der Grund, weshalb ich kein Wachstum beobachten konnte, liegt wahrscheinlich darin, dass die Körbchenmuscheln zu klein sind und zu wenig schnell wachsen, um nach 4 Wochen Veränderungen erkennen zu lassen. Damit kann ich meine Fragestellung, unter welchen Bedingungen sich Körbchenmuscheln besser entwickeln, leider nicht beantworten. Ich kann aber sagen, dass sie sehr tolerant sind und bei Temperaturen von 21°C bis 30°C, sowie auf Sand- und Kiesuntergrund überleben können.

Die 3 Todesfälle, je einer im 24°C-, 27°C- und 30°C-Becken, sind auf die teilweise sehr hohen Nitritwerte zurückzuführen, die ich jede Woche gemessen habe. Ich musste deshalb in den drei heissen Becken mehr Wasserwechsel durchführen als in den anderen, bei denen der Nitritgehalt im normalen Bereich schwankte. Durch die höheren Temperaturen beschleunigten sich die natürlichen Zersetzungsprozesse, die organisches Material wie das Futter und den Kot der Muscheln zu Nitrit umwandeln. Da alle Wasserlebewesen sehr empfindlich auf Nitrit reagieren und weil in den kleinen Becken kein Wasseraustausch stattfindet, starben 3 Muscheln.

Natürlich stellte sich mir nach diesen Ergebnissen die Frage, was ich anders hätte machen müssen, damit das Experiment funktioniert hätte. Ich kam zum Schluss, dass der Zeitraum des Experiments zu kurz war und sich deshalb keine Veränderungen zeigten. Ich hätte die Entwicklung der Körbchenmuscheln über einen Zeitraum von einem halben Jahr oder länger beobachten müssen, wodurch auch ihre Fortpflanzung eine Rolle gespielt haben könnte. Ich hätte dann zusätzlich herausfinden können, unter welchen Bedingungen sich die Körbchenmuscheln schneller fortpflanzen und mehr Nachwuchs zeugen können. Eine längere Untersuchungszeit wäre aber mit einem höheren Energie-, Zeit- und Kostenaufwand verbunden, der für den Rahmen einer Maturarbeit nicht geeignet ist.

Nach dem Generieren meines Experiments habe ich gelernt, wie man eine funktionierende Versuchsanordnung aufbaut und mit welchem Aufwand und Schwierigkeiten das verbunden ist. Ich habe erfahren, wie viel Geduld es braucht, regelmässig Messungen durchzuführen, das Wasser zu wechseln, die Muscheln zu füttern und die Ergebnisse statistisch festzuhalten. Auch habe ich gelernt, wie es ist, wenn ein Experiment scheitert und alle Mühe umsonst scheint.

Zum Schluss möchte ich noch sagen, dass es Spass gemacht hat, die Grobgerippte Körbchenmuscheln zu untersuchen und kennenzulernen. Ich konnte zwar nicht mehr über sie herausfinden, habe aber ein Bild davon erhalten, wie zäh und robust diese Eindringlinge sind. Wir werden sicherlich noch von ihr in den Medien hören und ihre weitere Ausbreitung im Bodensee ist nur eine Frage der Zeit.

6. Abstract

In meiner Maturarbeit stelle ich die Neozoenproblematik als ein globales ökologisches, ökonomisches und gesundheitliches Problem vor. Anhand von bekannten Beispielen zeige ich die oft gravierenden Auswirkungen, die durch gebietsfremde Tierarten entstehen können und erkläre, welche Rolle der Mensch dabei spielt. Danach erläutere ich die spezifische Situation im Bodensee, stelle die eingewanderten und eingeschleppten Tierarten vor, lege mögliche Einschleppungs- und Verbreitungswege dar und versuche mögliche Zukunftsszenarien vorherzusagen. Anschliessend führe ich eine praktische Felduntersuchung im Bodensee an der Grobgerippten Körbchenmuschel, einem kürzlich im Bodensee aufgetauchten Neozoon, durch. Zum Schluss folgt noch ein Experiment mit diesen Muscheln im Aquarium, um ihre Anpassungsfähigkeit zu testen.

7. Literaturverzeichnis

ANEBO, Aquatische Neozoen im Bodensee.

<http://www.neozoen-bodensee.de/> (22.08.2010).

Bergmann, Fabio, Invasive Muscheln verstopfen Leitungen: Der Bund, Onlineausgabe, erstellt 31.07.2009.

<http://www.derbund.ch/zeiungen/wissen/Invasive-Muscheln-verstopfen-Leitungen/story/29662360> (7.11.2010).

Biologische Vielfalt - Clearing House Mechanism, sGlossar

<http://www.biologischevielfalt.at/hot-topics/nicht-heimische-arten/glossar/> (23.08.2010).

BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (2005), sWirbellose Neozoen im

Hochrhein Download unter <http://www.neozoen-bodensee.de/projekt/bisher-erschienen>, S. 21.

DAISIE, Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe.

<http://www.europe-aliens.org/> (7.11.2010).

Gewässerschutzfachstellen der Kantone und Länder am Bodensee (2008),

sNeuankömmlinge im Bodensee Download unter <http://www.neozoen-bodensee.de/aktuelles> (12.11.2010).

König, Kristina, Eleonorenschule, s3. Unterrichtsbesuch im Fach Biologie+

<http://download.bildung.hessen.de/unterricht/lernarchiv/stsem/uentwurf/bio/biosek2/koenig3.pdf> (10.11.2010).

M. Schwermann.

<http://waidmannsheil.biz/contents2.html> (12.11.2010)

Michas Picturama.

<http://picasaweb.google.com/lh/photo/CvW7CLwWW4FmNGBoVWODmQ> (12.11.2010).

Mücken.org . Alles über Mücken, sAsiatische Tigermücke - Aedes albopictus

<http://www.muecken.org/asiatische-tigermuecke-aedes-albopictus> (7.11.2010).

National Geographic, sKiwi Bird

http://news.nationalgeographic.com/news/2006/02/0217_060217_kiwi.html (3. November 2010).

Neobiota, Neue Arten in Tauchgewässern, sSteckbrief Zebrauschel

<http://neobiota.umwelt.vdst.de/pdf/Dreissena.pdf> (7.11.2010).

Nobo Champ, sAustralische Kanincheninvasion

<http://www.nobo Champ.de/invasion.html> (22.10.2010).

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

ER, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (2005), sWirbellose Neozoen im Bodensee%Download unter <http://www.neozoen-bodensee.de/projekt/bisher-> erschienen, S. 9,12,14,23,25.

The Flying Kiwi, Í Australian Marsupials+

<http://www.richard-seaman.com/Mammals/Australia/index.html> (3. November 2010).

UMG, Umweltbüro Grabher, sNeozoen, Probleme durch ausgesetzte Tierarten%

<http://www.naturtipps.at/neozoen.html> (7.11.2010).

Wikipedia, Die freie Enzyklopädie, sKiwis%oBearbeitungsstand: 1.11.2010, 20.22 Uhr .

<http://de.wikipedia.org/wiki/Kiwis> (22.11.2010).

Wikipedia, sKartoffelkäfer%oBearbeitungsstand: 2.11.2010, 22.34 Uhr.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Kartoffelk%C3%A4fer> (7.11.2010).

Wikipedia, sSeekreide%oBearbeitungsstand: 30.11.2008, 16.28 Uhr.

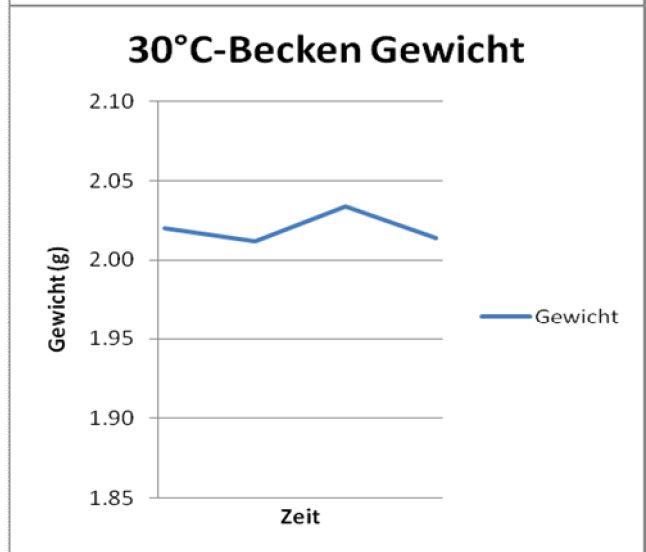
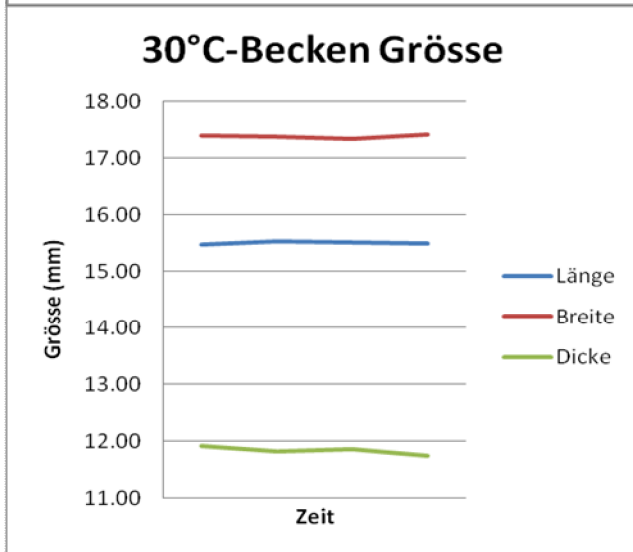
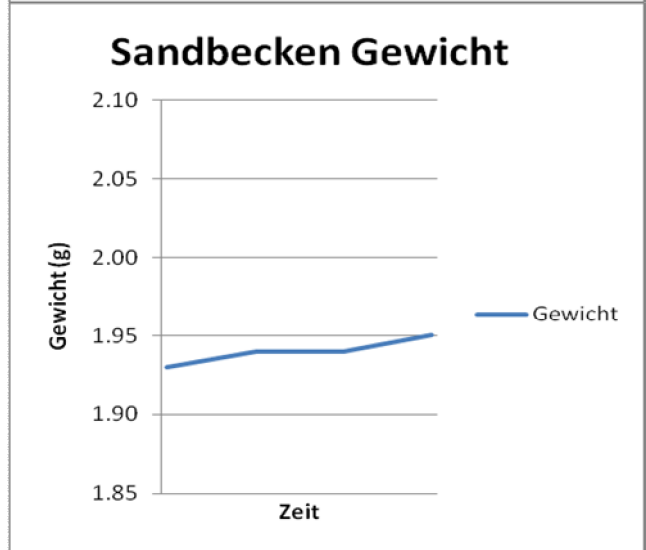
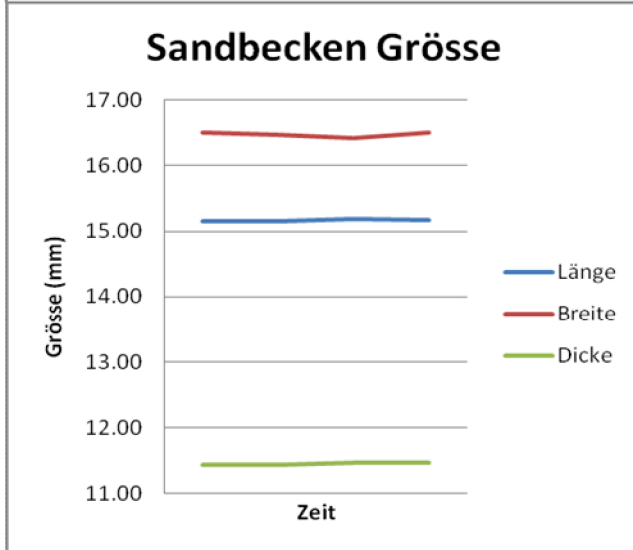
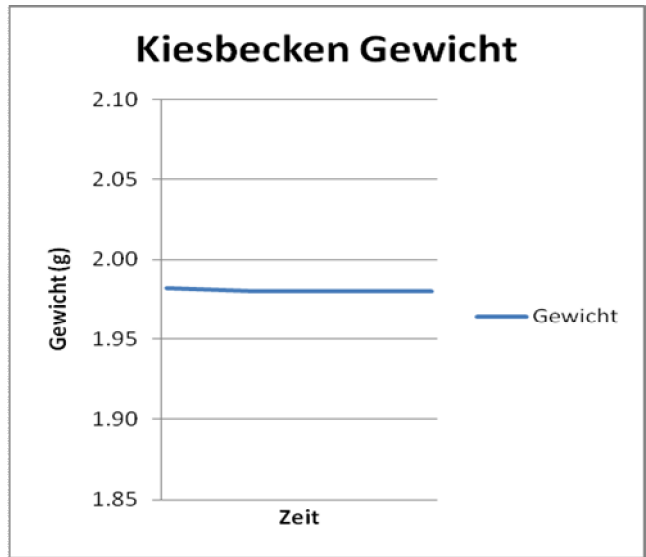
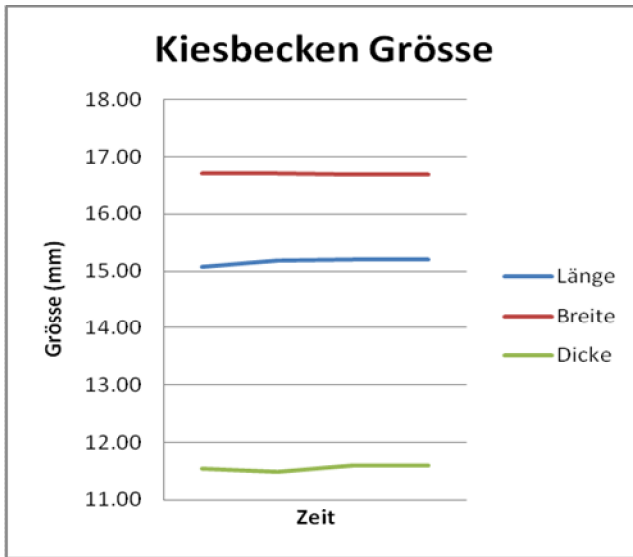
<http://de.wikipedia.org/wiki/Seekreide> (7.11.2010).

FIBER, Schweizerische Fischereiberatungsstelle, sFischbesatz in Fliessgewässern%o

http://www.fischereiberatung.ch/docs/inhalt/fischbesatz_d.pdf (12.11.2010).

Christoph Zingg, Zingg-Dive GmbH, Mörschwil.

8. Anhang



[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

