

**Gewässerökologie:**

**Möglicher  
Einsatz von  
Wasserschnecken  
in einer  
Aquakultur**

**Praktikum an der Hochschule Wädenswil HSW  
3. August - 16. Oktober 1998**

Abteilung Gartenbau  
Betreuung: Jürg Staudenmann  
Dr. Ranka Junge



*Lymnaea stagnalis*



*Häuschen*

Umweltwissenschaften  
Marlène Butz  
Culmannstr. 59  
8006 Zürich  
01/363.74.91

Institut für  
Prof. B. Schmid

Universität Zürich  
Winterthurerstr. 190  
8057 Zürich  
01/635.52.05

Titelseite: Abbildungen aus Glöer und Meier-Brook, 1994

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>A) Allgemeine Beschreibung des Praktikums</b>	1
<b>1 Routinearbeiten</b>	1
1.1 Betreuung der Anlage	1
1.2 Arbeit im Labor	1
1.3 Weiteres	1
<b>2 Erstellung einer Broschüre</b>	1
<b>3 Projekt</b>	2
<b>4 Diverses</b>	2
<b>B) Fütterungsexperimente mit <i>Lymnaea stagnalis</i> (Wissenschaftlicher Bericht)</b>	3
<b>1 Zusammenfassung</b>	3
<b>2 Einleitung</b>	3
<b>3 Material und Methoden</b>	4
3.1 Tiere	4
3.1.1 Allgemeines	4
3.1.2 Im Versuch eingesetzte Tiere	4
3.2 Futter	5
3.3 Versuchsaufstellung	5
3.4 Beobachtungsplan	6
3.5 Messungen und Berechnungen	6
<b>4 Ergebnisse</b>	7
4.1 Mengen- und Gewichtsveränderungen der Schnecken	7
4.2 Laichproduktion	8
4.3 Futteraufnahme	10
<b>5 Diskussion</b>	11
<b>6 Schlussfolgerungen</b>	12
<b>7 Literatur</b>	13
<b>8 Anhang</b>	14

## **B) Fütterungsexperimente mit *Lymnaea stagnalis*** **(Wissenschaftlicher Bericht)**

### **1 Zusammenfassung**

In der Aquakulturanlage in Otelfingen wurde geprüft, ob der Einsatz von Wasserschnecken zweckmässig wäre, um die Becken und Einbauten vor Algenaufwüchsen zu schützen.

Dabei interessierte die Frage, welche Nahrung die Schnecken bevorzugen. Gearbeitet wurde mit der Schlamm Schnecke *Lymnaea stagnalis* L.

Es stellte sich heraus, dass *Lymnaea stagnalis* Wasserlinsen und den in der Anlage teilweise vorhandenen Pflanzenschlamm bevorzugt, dass sie hingegen *Pistia* und *Eichhornia*, die als Zierpflanzen angebaut werden, kaum frisst. Dies zeigte sich sowohl aufgrund der Gewichtszunahme der Schnecken während der untersuchten Zeit als auch anhand der Menge des abgelegten Laiches und der pro Schnecke gefressenen Futtermenge.

### **2 Einleitung**

Die Aquakulturanlage in Otelfingen ist ein Pilotprojekt zur Gewinnung von Biomasse und gereinigtem Abwasser aus sehr nährstoffreichem Abwasser (Presswasser). Es wird mit verschiedenen Makrophyten gearbeitet, mit Algen, Zooplankton, Edelkrebsen und Fischen. Um die Anlage und die Einbauten vor Veralgung zu schützen, könnte der Einsatz von Wasserschnecken interessant sein.

Grundsätzlich interessiert der potentielle Nutzen von Wasserschnecken in einzelnen Becken der Aquakulturanlage.

Die Schnecken sollen zwar die Anlage und Einbauten vor Veralgung schützen, gleichzeitig wäre es aber unerwünscht, wenn sie auch die Zierpflanzen fressen würden. Aus diesem Grund wurde untersucht, ob die Schnecken bestimmte Nahrung bevorzugen und wenn ja, was für welche. Dafür wurden zwei verschiedene Experimente gemacht: Im Präferenzversuch wurden während drei Stunden vier verschiedene Nahrungen miteinander verglichen. Dabei wurde alle zehn Minuten festgehalten, wo sich die Schnecken aufhalten und ob sie dort auch fressen. Es stellte sich heraus, dass die Schnecken Wasserlinsen und Pflanzenschlamm bevorzugen. Die dreifurchige Wasserlinse sowie die Wurzeln und Blätter von *Pistia* und *Eichhornia* waren weniger beliebt.

Der Präferenzversuch diente der Hypothesenfindung für den Hauptversuch.

Im Hauptversuch, der 4 Wochen gedauert hat, wurde versucht, die Hypothese, dass die Schnecken Wasserlinsen und den in der Anlage vorhandenen Pflanzenschlamm bevorzugen, quantitativ zu untermauern.

Das Ziel war herauszufinden, ob die Schnecken während diesen vier Wochen zunehmen, und wenn ja, ob dies je nach Futterart unterschiedlich stark geschieht. Zudem sollte festgestellt werden, ob ein Zusammenhang zur gefressenen Futtermenge und zur Laichproduktion hergestellt werden kann.

### 3 Material und Methoden

Sowohl die im Versuch eingesetzten Tiere als auch die Nahrung stammten aus der Anlage, denn es ging darum, mit den vor Ort vorhandenen Ressourcen zu arbeiten.

#### 3.1 Tiere

Die Ausführungen in diesem Kapitel beruhen zu einem grossen Teil auf Glöer und Meier-Brook (1994).

##### 3.1.1 Allgemeines

###### a) Nomenklatur und Systematik

Bei der eingesetzten Schneckenart handelt es sich um *Lymnaea stagnalis*. Diese Art gehört zum Tierstamm der Mollusken (Weichtiere), zur Klasse Gastropoden (Schnecken/Bauchfüsser), zur Unterklasse Pulmonaten (Lungenschnecken), zur Ordnung Basommatophora (Wasserlungenschnecken), zur Familie *Lymnaeidae* (Schlammschnecken) und zur Gattung *Lymnaea*.

Weitere in der Anlage gefundene Schnecken sind *Radix auricularia*, *R. peregra*, *R. ovata* (alle *Lymnaeidae*), *Planorbidae* (Posthornschnecken) und *Physidae*.

###### b) Biologie der Lungenschnecken

Lungenschnecken atmen - wie der Name bereits sagt - durch eine Lunge, unterstützt durch Hautatmung. Der Körperbau ist asymmetrisch. Lungenschnecken sind Zwitter, im Gegensatz zu den Kiemenschnecken (Prosobranchien), die getrenntgeschlechtlich sind. Die Nahrungsaufnahme erfolgt mittels der Radula (Raspelzunge); dabei führt die Schnecke leckend-reibende Bewegungen gegen den Kiefer aus.

###### c) *Lymnaea stagnalis*

Glöer und Meier-Brook (1994:49) beschreiben *Lymnaea stagnalis* als gross und kräftig. In der Aquakulturanlage wurden Exemplare zwischen 1.5 und 4.6 cm Länge gefunden. Die Fühler sind dreieckig und die Farbe des Häuschens ist gelbbraun bis grünlichgrau, bisweilen auch graublau. *Lymnaea stagnalis* hat einen breiten Fuss. Zum Atmen kommt sie an die Wasseroberfläche.

Die Nahrung besteht aus Algenaufwuchs, verwesenden Pflanzenteilen und Aas; somit kann *Lymnaea stagnalis* als Destruentin bezeichnet werden. Zudem konnte während des Hauptversuches Kannibalismus beobachtet werden; tote Tiere wurden von den anderen gefressen. Jaeckl (1953:23) beschreibt, dass es auch bei Nahrungsentzug zu Kannibalismus kommen kann.

##### 3.1.2 Im Versuch eingesetzte Tiere

Die Tiere stammen alle aus dem letzten Becken (=N2c) im Kreislauf der Aquakulturanlage. Abgefischt wurden sie am 24.8.1998, einmal am Morgen und einmal am Nachmittag. Dabei wurden nur solche genommen, die an der Oberfläche waren, also keine, die an den Wänden weideten. Insgesamt wurden 200 Schnecken aus dem Becken geholt. Für den Präferenzversuch am 27.8. 1998 wurden sie auf Nulldiät gesetzt. Im eintägigen Präferenzversuch kamen 60 Schnecken zum Einsatz, und die anderen wurden während derselben Zeit mit Wasserlinsen und Pflanzenschlamm gefüttert. Danach mussten sie wieder hungern, bis am 31.8.1998 der Hauptversuch angesetzt wurde. Bis zu diesem Zeitpunkt überlebten 170 Schnecken, wovon dann 160 im Hauptversuch eingesetzt wurden.

### 3.2 Futter

Es wurden vier verschiedene Arten von Pflanzen als Futter in den Versuchen eingesetzt. Sie werden im Folgenden kurz beschrieben. Zwei dieser Pflanzen (LN1d und LN2c/a) gehören zur Familie der *Lemnaceae*. Es war nicht möglich, die Arten eindeutig zu bestimmen.

#### a) Wasserlinsen (LN1d)

Die erste Futterart gehört zur Gattung *Lemna*. Es ist anzunehmen, dass in der Anlage folgende drei Arten gemischt vorkommen: *Lemna gibba*, *L. minor* und *L. minuta*. Sie haben kleine, zarte, hellgrüne Blättchen und kleine Wurzeln, sie schwimmen auf der Wasseroberfläche und bilden unzusammenhängende Teppiche.

Wenn im Folgenden von Wasserlinsen (ohne zusätzliche Kennzeichnung) die Rede ist, wird damit diese Futterart gemeint. Es wurden immer diejenigen aus dem Becken N1d verwendet, weshalb sie das Kürzel LN1d tragen.

#### b) Pflanzenschlamm (AsF3)

Nicht näher bestimmtes suspendiertes, abgestorbenes und faulendes Pflanzenmaterial aus einem der Fischbecken (F3). Dies ist - neben aufsitzenden Algen an Einrichtungen in den Becken - ein Futter, bei dem es begrüssenswert wäre, wenn es von den Schnecken gefressen würde.

#### c) Dreifurchige Wasserlinse (LN2c/a)

Die zweite Futterart gehört wahrscheinlich zur Gattung *Spirodela* oder *Wolffia*; sie wurde nicht näher bestimmt und als dreifurchige Wasserlinse bezeichnet.

Die dreifurchige Wasserlinse ist dunkelgrün, mehrblättrig und scheint eine zähere Konsistenz zu haben als die Wasserlinsen. Wurzeln sind keine erkennbar. Sie schwimmt in Knäueln durchs Wasser oder unter der Oberfläche, bildet jedoch keine Teppiche.

Zuerst wurden Pflanzen aus dem Becken N2c verwendet, da sie dort aber relativ bald nach Ansetzen des Hauptversuches verschwunden sind (von den dort lebenden Fischen und Schnecken gefressen), wurden sie durch solche aus dem Becken N2a (vergleichbare Bedingungen) ersetzt.

#### d) *Eichhornia* und *Pistia* (P/E)

Blätter und Wurzeln von *Eichhornia* (Wasserhyazinthe) und *Pistia* (Wassersalat). Da diese zwei Pflanzen zu den Zierpflanzen zählen, wäre es für das Projekt von Vorteil, wenn sie nicht zur Lieblingsnahrung der Schnecken gehören würden.

### 3.3 Versuchsaufstellung

Für den Hauptversuch wurden in 8 Aquarien je 20 Schnecken eingesetzt, die zuvor 3 Tage gehungert hatten. Pro Aquarium waren die 20 Schnecken immer in folgende Größenklassen aufgeteilt:

4 kleine (2.0- 2.5 cm)

8 mittlere (2.5- 3.0 cm)

4 grosse (3.0- 3.5 cm).

Während des Versuchs gestorbene Tiere (bzw. ihre Überreste - meistens nur noch das Häuschen) wurden entfernt, aber nicht ersetzt.

Es wurde eine doppelte Versuchsaufstellung gewählt.

Das Futterangebot war folgendermassen aufgeteilt:

Aquarien 1 und 5: LN1d

Aquarien 2 und 6: AsF3

Aquarien 3 und 7: LN2c/a

Aquarien 4 und 8: P/E.

Die Aquarien wurden im Freien auf Tischen nördlich an einer Barackenwand aufgestellt, unter einem Sonnen-/ Regendach. Es standen alle der Nummer nach in einer Reihe.

### **3.4 Beobachtungsplan**

Der Hauptversuch dauerte vier Wochen.

Das Futter wurde zweimal pro Woche erneuert, wobei das alte - soweit möglich - vollständig herausgefischt und gewogen wurde, um bestimmen zu können, wieviel im jeweiligen Zeitintervall gefressen worden war. Einmal pro Woche wurden die Schnecken gewogen

Zudem wurden noch gewisse Beobachtungen bezüglich der Laichtätigkeit aufgenommen, allerdings nur halb-quantitative.

Die Becken wurden einmal pro Woche entleert und mit neuem Wasser (immer aus dem Becken N2c) nachgefüllt, ansonsten wurde bei den Fütterungen zweimal pro Woche soweit als möglich der Kot abgesogen.

### **3.5 Messungen und Berechnungen**

#### **a) Gewichtsveränderungen**

Es wurden immer alle Schnecken aus einem Aquarium zusammen gewogen, um den Messfehler zu minimieren. Dazu wurden sie auf ein Papiertüchlein gesetzt, um das ihrem Körper anhaftende Wasser mindestens zu einem Teil zu entfernen. Allerdings war es nicht möglich, die Schnecken 'rundum' abzutrocknen, so dass das Wasser, das am Häuschen haftete, nicht entfernt wurde.

#### **b) Schätzung des Laiches**

Am 7.9. wurde die Laichmenge nur von Auge aufgenommen (also nicht gewogen). Um trotzdem eine quantitative Aussage machen zu können, wurden die Mengen 'viel', 'mittel' und 'wenig' geschätzt. Als Grundlage für die geschätzten Zahlen diente die Wägung des Laichs vom 21.9.1998. 'Viel' wurde mit 0.95 Gramm gleichgesetzt, 'mittel' mit 0.4 Gramm und 'wenig' mit 0.05 Gramm.

#### **c) Futteraufnahme**

Die Futteraufnahme entspricht der Menge an Frischfutter minus der Menge, die vor der jeweiligen neuen Fütterung wieder herausgenommen und gewogen worden ist.

Aufgrund dieser Daten wurde berechnet, wieviel Futter jede Schnecke durchschnittlich pro Tag und Aquarium im untersuchten Zeitraum gefressen hat. Daraus wurden die Durchschnitte für die Futterarten bestimmt

## 4 Ergebnisse

Der Versuch war zu kurz und die Datengrundlage daher zu gering, um die Ergebnisse mit statistischen Tests auszuwerten; die Durchschnittswerte (und die dazugehörigen Standardabweichungen) können jedoch gewisse Tendenzen aufzeigen.

### 4.1 Mengen- und Gewichtsveränderungen der Schnecken

Die Schnecken haben - über die gesamte Versuchsperiode betrachtet - bei allen Futterarten und in allen Aquarien - mit Ausnahme von Aquarium 4 - zugenommen (vgl. Tab. und Abb. 1). Dabei ist sichtbar, dass die Schnecken mit Wasserlinsen deutlich stärker zugenommen haben als die mit Pflanzenschlamm, dass diese aber noch etwas besser abschneiden als diejenigen, die mit dreifurchiger Wasserlinse gefüttert wurden. Am schlechtesten schneiden *Pistia* und *Eichhornia* ab.

Bei der Mortalität ist ein ähnliches Bild zu erkennen: In den Ansätzen mit Wasserlinsen und mit Pflanzenschlamm haben pro Becken von den ursprünglich 20 Schnecken durchschnittlich 19.5 überlebt. Bei der dreifurchigen Wasserlinse überlebten durchschnittlich 18 Schnecken, wobei zu beachten ist, dass eine der toten Schnecken nicht eines natürlichen Todes gestorben ist, sondern beim Wägen aus Versehen zerquetscht wurde; somit wären es also allenfalls 18.5 überlebende Schnecken. Bei *Pistia* und *Eichhornia* haben durchschnittlich 17 Schnecken überlebt, wobei aus dem einen Becken 2 Tiere spurlos verschwunden sind; ansonsten läge der Durchschnitt für diese Futterart bei 18 Schnecken.

Vgl. auch Tab.1.

Futter	Aq.no.	Anzahl Schnecken		Frischgewicht total		Frischgew. pro Schnecke		Zunahme pro Schnecke pro Aq.	Zunahme pro Schnecke pro Futter
		31. 8.	28.9	31.8.	28.9.	31.8.	28.9.	31.8. -28.9	31.8. - 28.9
				(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
LN1d	1	20	19	20.36	20.12	1.018	1.059	0.041	0.048
LN1d	5	20	20	20.42	21.52	1.021	1.076	0.055	
AsF3	2	20	19	21.09	20.55	1.055	1.082	0.027	0.018
AsF3	6	20	20	19.14	19.32	0.957	0.966	0.009	
LN2c/a	3	20	16	20.97	17.27	1.049	1.079	0.030	0.0175
LN2c/a	7	20	20	19.69	19.79	0.985	0.990	0.005	
P/E	4	20	17	18.20	14.80	0.910	0.871	-0.039	0.0155
P/E	8	20	17	19.09	17.43	0.955	1.025	0.070	

Tabelle 1: Menge und Gewicht der Schnecken am Anfang und am Ende des Hauptversuches

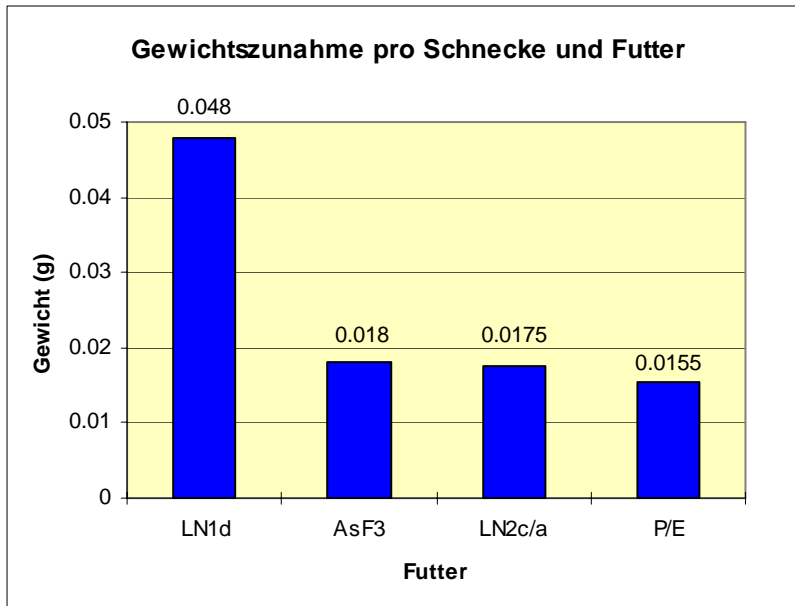


Abb. 1: Gewichtszunahme pro Schnecke und Futter

#### 4.2 Laichproduktion

Durch die Schätzung des abgelegten Laichs (Tab. 3) ist deutlich geworden, dass die Schnecken mit Wasserlinsen und mit Pflanzenschlamm besser abschneiden als die mit dreifurchiger Wasserlinse, sowie *Pistia* und *Eichhornia*. Über die ganze Versuchsperiode laichten die Schnecken mit Pflanzenschlamm sogar besser ab als mit Wasserlinsen (Abb.3). Werden die gemessenen Werte vom 21. 9. für sich alleine betrachtet (Wägung), schneiden jedoch die Wasserlinsen am besten ab. Vgl. Tab.2 und Abb. 2.

Generell kann festgestellt werden, dass die Laichtätigkeit bei den Schnecken, die Wasserlinsen als Futter erhalten hatten, relativ konstant blieb, während die Werte bei den Schnecken mit Pflanzenschlamm über die Versuchsperiode stark abnahmen und am Schluss auf Null waren. Bei den anderen zwei Futterarten war die Laichtätigkeit schon zu Beginn klein und fiel am Schluss auf Null.

Futter	Aq.no.	7.9.	21.9.				28.9.	
		Laich geschätzt (vis.)	Laich geschätzt (vis.)	Frischgewicht (g)	Laich pro Schn. (g)	L. pro S. pro Futter (g)	Laich geschätzt (vis.)	FG (g)
LN1d	1	mittel	viel	1.05	0.055	0.040	mittel	0.31
LN1d	5	wenig	mittel	0.48	0.024		wenig	0.02
AsF3	2	viel	mittel	0.38	0.019	0.033	0	0
AsF3	6	viel	viel	0.91	0.046		0	0
LN2c/a	3	mittel	0	0	0	0.001	0	0
LN2c/a	7	wenig	wenig	0.03	0.002		0	0
P/E	4	wenig	wenig	0.02	0.001	0.003	0	0
P/E	8	0	wenig	0.09	0.005		0	0

Tabelle 2: Laich: Geschätzt (visuell) und/oder gewogen

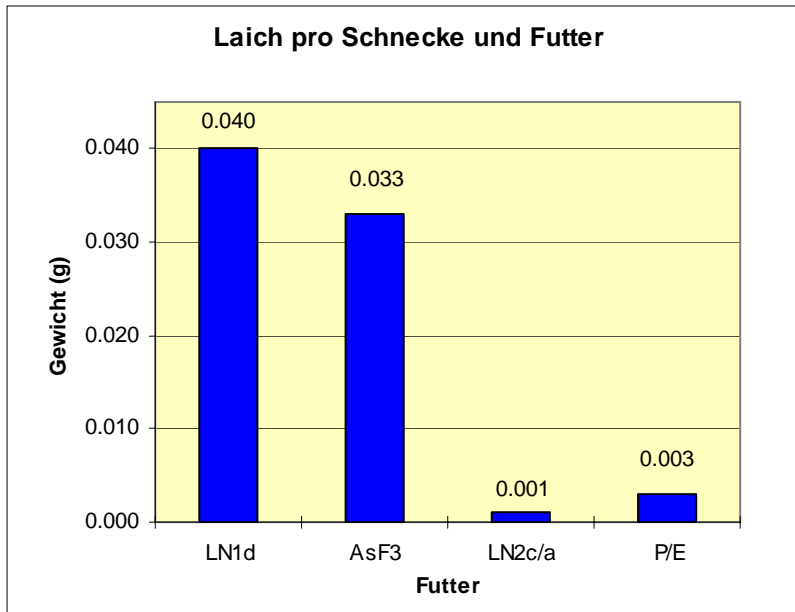


Abb. 2: Laich pro Schnecke und Futter am 21. 9. (Einzelwägung)

Futter	Aq.no.	*Summe geschätzt	*Drchsch. geschätzt	*Drchsch. geschätzt pro Futter	
				total	pro Schn.
		(g)	(g)	(g)	(g)
LN1d	1	1.75	0.583	0.375	0.0096
LN1d	5	0.50	0.167		
AsF3	2	1.35	0.450	0.688	0.0176
AsF3	6	1.90	0.475		
LN2c/a	3	0.40	0.133	0.083	0.0023
LN2c/a	7	0.10	0.033		
P/E	4	0.10	0.033	0.025	0.0007
P/E	8	0.05	0.017		

Tabelle 3: Laich: Schätzung in Zahlen (Durchschnitt)

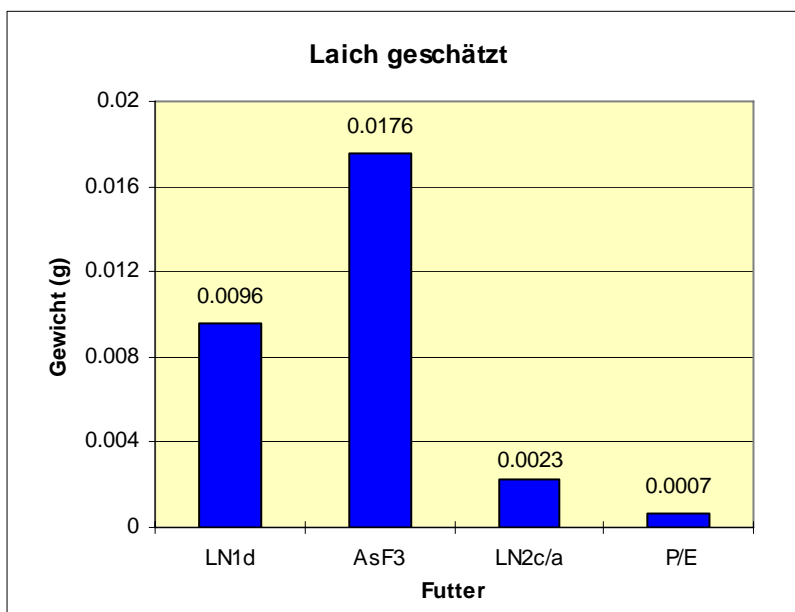


Abb. 3: Laich pro Schnecke und Futter (geschätzt)

#### 4.3 Futteraufnahme

In Tabelle 4 wurde die aufgenommene Futtermenge pro Schnecke und Tag ermittelt.

Die Tendenz, die sich zeigt, stimmt überein mit der Tendenz der Laichproduktion, d.h., der Pflanzenschlamm steht vor den Wasserlinsen, diese heben sich aber noch deutlich von der dreifurchigen Wasserlinse und von *Pistia* und *Eichhornia* ab. Zum Pflanzenschlamm muss jedoch erwähnt werden, dass die gefressene Menge nur zweimal bestimmt werden konnte, weil er sich in den meisten Fällen mit dem Kot vermischt hatte, so dass er nicht mehr gewogen werden konnte.

Futter	Aq.no.	n	Durchschnitt pro Aq. (g)	Stand.abw. (g)	n	Durchschnitt pro Futter (g)	Stand.abw. (g)
LN1d	1	6	0.107	0.034	2	0.104	0.005
LN1d	5	6	0.100	0.019			
AsF3	2	2	0.169	0.002	2	0.166	0.005
AsF3	6	2	0.162	0.007			
LN2c/a	3	6	0.014	0.007	2	0.014	0.001
LN2c/a	7	6	0.013	0.005			
P/E	4	6	0.009	0.008	2	0.009	0.001
P/E	8	6	0.008	0.005			

Tabelle 4: Durchschnittlich gefressene Futtermenge pro Schnecke und Tag.

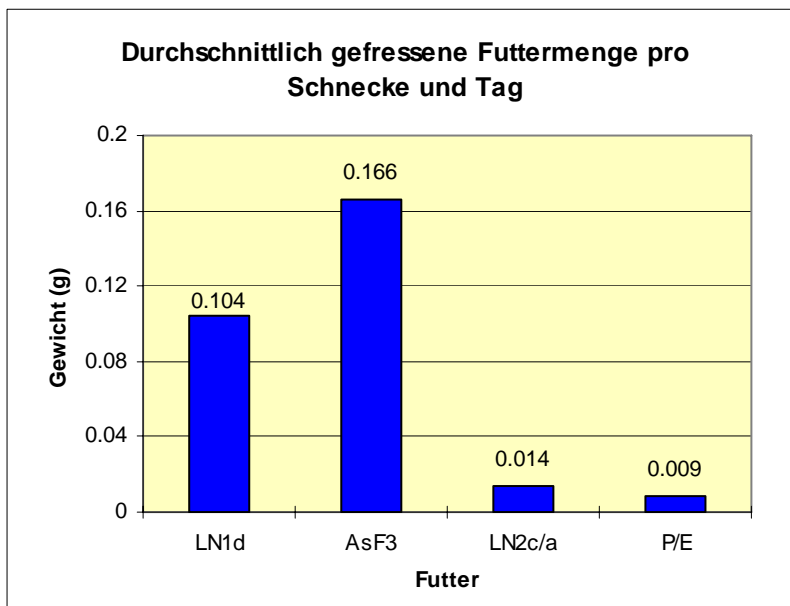


Abb. 4: Durchschnittlich gefressene Futtermenge pro Schnecke und Tag

## 5 Diskussion

Für statistisch signifikante Aussagen war der Versuch zu kurz. Im Frühling und Sommer müssten mehrfach Wiederholungsversuche durchgeführt werden.

Zudem sind die Ungleichheiten in der angebotenen Menge der verschiedenen Futterarten zu erwähnen. Es könnte durchaus sein, dass die dreifurchige Wasserlinse besser abgeschnitten hätte, wenn die Schnecken mehr davon erhalten hätten. Brendelberger (1995:148) schreibt nämlich, dass sich das Fressverhalten der Schnecken nicht nur der Qualität, sondern auch der Quantität des angebotenen Futters anpasst. Da in der Anlage zum Zeitpunkt des Hauptversuches nicht mehr viel dreifurchige Wasserlinse vorhanden war, war das Angebot für diese Schnecken dementsprechend kleiner, nämlich nur ein Drittel bis ein Zehntel der Menge, die die anderen Schnecken an Wasserlinsen und an Pflanzenschlamm erhalten haben. Bei den Schnecken, die *Eichhornia* und *Pistia* angeboten erhalten haben, war es auch nur ungefähr die halbe Menge der anderen beiden Futter. Bei den Wasserlinsen und beim Pflanzenschlamm liess es sich aber nicht vermeiden, dass ein gewisses Mass an Wasser mitgewogen wurde, was bei *Pistia* und *Eichhornia* nur ein geringes Problem dargestellt hatte. Somit dürfte der tatsächliche Gewichtsunterschied in der Menge des angebotenen Futters kleiner sein als man aufgrund der Zahlen annehmen würde.

Mitte September hat ein Kälteeinbruch stattgefunden. Die kälteren Temperaturen haben sich negativ auf die Laichproduktion ausgewirkt: Antoni (1974) beschreibt, dass sich sowohl die Photoperiode als auch die Temperatur auf die Fortpflanzung auswirken; es besteht ein Zusammenhang zwischen Temperatur und der Zahl der abgelegten Laiche. Dies erklärt, weshalb die Laichmenge im letzten Messintervall so stark abgenommen hat; einzig bei den Wasserlinsen ist die Abnahme nicht so markant (vgl. Tab.2). Dies könnte wiederum für die Wasserlinsen sprechen: Unter Umständen reagieren die Schnecken empfindlicher auf einen Kälteeinbruch, wenn das Futter nicht optimal ist, was sich auch auf die Laichproduktion auswirken würde.

Insgesamt lässt sich eine Tendenz feststellen, die die Beobachtungen aus dem Präferenzversuch unterstützt: Wasserlinsen sind das beste Futter, dicht gefolgt vom Pflanzenschlamm. Mengemässig wurden die Wasserlinsen zwar nicht so stark gefressen wie der Pflanzenschlamm, die grössere Gewichtszunahme und die konstantere Laichtätigkeit dieser Schnecken deutet jedoch darauf hin, dass der Nährwert von Wasserlinsen grösser ist, oder dass sie besser verwertet werden können. Es zeigte sich auch, dass die Wasserlinsen bei *Lymnaea stagnalis* am beliebtesten sind: Es liess sich nicht vermeiden, dass bei der Fütterung Wasserlinsen in kleinen Mengen auch in die anderen Aquarien gebracht wurden. Sie wurden immer zuerst gefressen.

Die dreifurchige Wasserlinse wird von den Schnecken zwar nicht vorgezogen, wenn sie jedoch das einzige Futterangebot darstellt, geben sie sich auch mit ihr zufrieden. Dies liess sich bereits vor den Versuchen feststellen, als die Schnecken noch im Becken N2c waren. Mangels anderen Futters hingen sie dort in Massen an den Knäueln der dreifurchigen Wasserlinse. Wenn hingegen *Pistia* und *Eichhornia* das einzige Futterangebot darstellen fragt sich, ob die Schnecken über längere Zeit nicht verhungern würden, denn sie fressen diese Pflanzen kaum. Dies ist erfreulich, weil sie für einen Einsatz in der Anlage gewünschterweise nicht an die Zierpflanzen gehen sollten.

## 6 Schlussfolgerungen

Die Tendenz, dass *Lymnaea stagnalis* Wasserlinsen und Pflanzenschlamm bevorzugt, lässt sich durch alle Resultate verfolgen: Beim Präferenzversuch waren die Wasserlinsen am beliebtesten und im Hauptversuch die Zunahme pro Schnecke eindeutig am grössten. Dafür waren die pro Schnecke gefressene Futtermenge und die Laichproduktion beim Pflanzenschlamm am grössten.

Zu einem Einsatz in der Anlage lässt sich Folgendes festhalten: *Lymnaea stagnalis* ist grundsätzlich geeignet, die Becken und die Einbauten vor Veralgung zu schützen. Ein Einsatz in den Fischbecken wäre zu prüfen; ein Problem könnte sich daraus ergeben, dass Fische Pulmonaten fressen (Prosobranchien weniger), wenn sie hungrig sind. Allerdings bevorzugen Fische tendenziell kleine Schnecken mit weicherem Häuschen, so dass die zum Einsatz kommenden Tiere schon etwas älter und dementsprechend grösser sein müssten. Allenfalls müsste geprüft werden, ob sich nicht ein Ueberalterungsproblem ergeben würde, falls die Jungtiere vorzu von den Fischen gefressen würden.

Was zudem untersucht werden müsste ist die Frage, wie man die Grösse der Schneckenpopulation kontrollieren kann, damit sie nicht zu gross wird. In der Anlage kommen auch Edelkrebse zum Einsatz, und es ist schon beobachtet worden, wie einer eine *Lymnaea stagnalis* aus dem Häuschen gezerrt und gefressen hat.

Es besteht also noch Forschungsbedarf um zu untersuchen, wie *Lymnaea stagnalis* und Edelkrebse zusammenleben und wie sich diese Koexistenz auf die Population von *Lymnaea stagnalis* auswirkt.

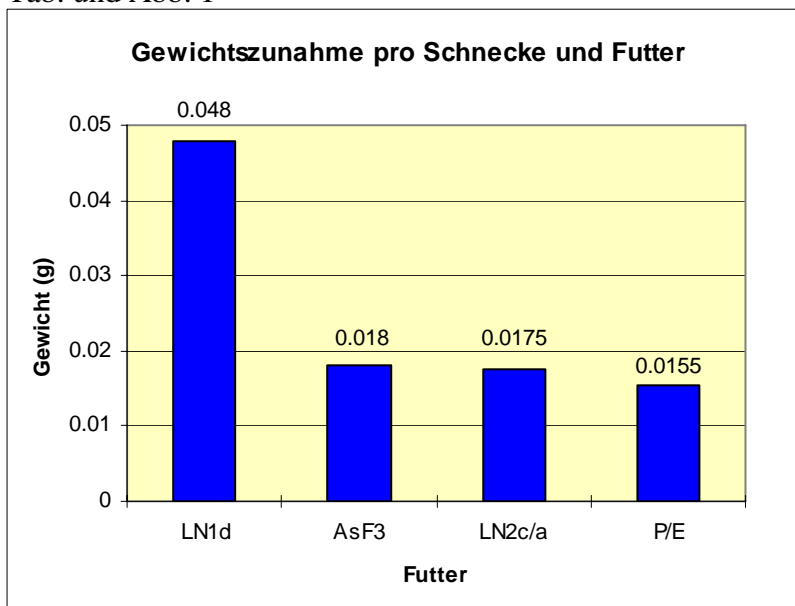
## 7 Literatur

- Antoni, Werner. 1974. **Autoökologische Untersuchungen zur Fortpflanzung von *Lymnaea stagnalis* (L.)**. Dissertations- und Fotodruck Frank OHG, München.
- Brendelberger, Heinz. 1995. **Dietary Preferences of Three Freshwater Gastropods for Eight Natural Foods of Different Energetic Content**. *Malacologia*. 36(1-2):147-153.
- Brendelberger, Heinz. 1997. **Contrasting Feeding Strategies of Two Freshwater Gastropods, *Radix peregra* (Lymnaeidae) and *Bithynia tentaculata* (Bithyniidae)**. *Archiv für Hydrobiologie*. 140(1):1-21.
- Costil, Katherine und Clement, Bernard. 1996. **Relationship Between Freshwater Gastropods and Plant Communities Reflecting Various Trophic Levels**. *Hydrobiologia*. 321(1):7-16.
- Engelhardt, Wolfgang. 1989. **Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher? Pflanzen und Tiere unserer Gewässer**. Kosmos Naturführer. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- Glöer, Peter und Meier-Brook, Claus. 1994. **Süßwassermollusken**. 11. Auflage. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung.
- Huber, J. 1976. **Lexikon zum Gewässerschutz**. Huber Enviro-Consult, Belp.
- Hütter, Leonhard A. 1994. **Wasser und Wasseruntersuchung**. Laborbücher. 6. Auflage. Salle + Sauerländer, Frankfurt a. M./Aarau.
- Janus, Horst. 1958. **Unsere Schnecken und Muscheln**. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- Jaekl, Siegfried. 1953. **Die Schlamm Schnecken unserer Gewässer**. Die neue Brehm-Bücherei, Leipzig.
- Klee, Otto. 1991. **Angewandte Hydrobiologie. Trinkwasser. Abwasser. Gewässerschutz**. 2. Auflage. Thieme, Stuttgart/ New York.
- Knecht, Andreas und Walter, Jakob E. 1977. **Vergleichende Untersuchungen der Diäten von *Lymnaea auricularia* und *L. peregra* (Gastropoda: Basommatophora) im Zürichsee**. *Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie*. 39(2):299-305.
- Kummert, Robert und Stumm, Werner. 1992. **Gewässer als Ökosysteme. Grundlagen des Gewässerschutzes**. vdf, Zürich und B. G. Teubner, Stuttgart.
- Yan, J. et al. 1998. **The Fundamental Principles and Ecotechniques of Wastewater Aquaculture**. *Ecological Engineering. The Journal of Ecotechnology*. 10(2):191-208.

Bilder/Tabellen

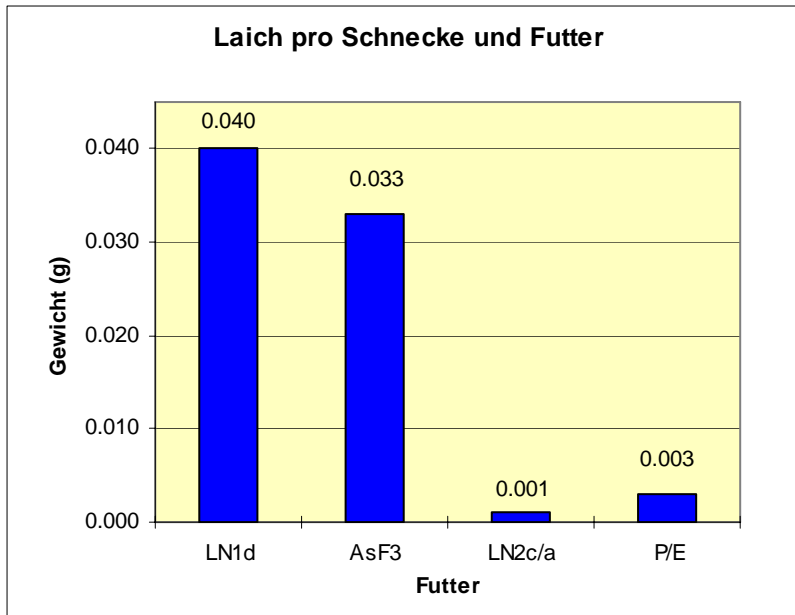
Futter	Aq.no.	Anzahl Schnecken		Frischgewicht total		Frischgew. pro Schnecke		Zunahme pro Schnecke pro Aq.	Zunahme pro Schnecke pro Futter
		31. 8.	28.9	31.8.	28.9.	31.8.	28.9.	31.8. -28.9	31.8. - 28.9
		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
LN1d	1	20	19	20.36	20.12	1.018	1.059	0.041	0.048
LN1d	5	20	20	20.42	21.52	1.021	1.076	0.055	
AsF3	2	20	19	21.09	20.55	1.055	1.082	0.027	0.018
AsF3	6	20	20	19.14	19.32	0.957	0.966	0.009	
LN2c/a	3	20	16	20.97	17.27	1.049	1.079	0.030	0.0175
LN2c/a	7	20	20	19.69	19.79	0.985	0.990	0.005	
P/E	4	20	17	18.20	14.80	0.910	0.871	-0.039	0.0155
P/E	8	20	17	19.09	17.43	0.955	1.025	0.070	

Tab. und Abb. 1



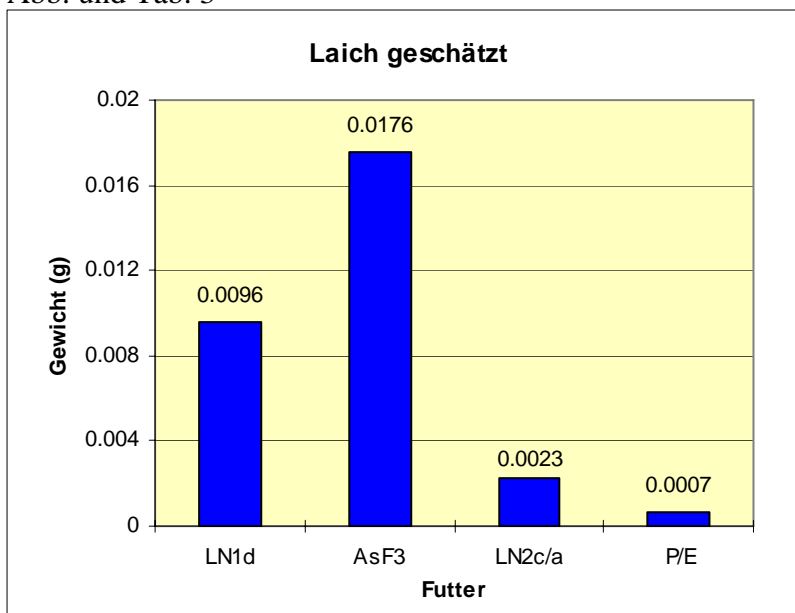
Futter	Aq.no.	7.9.	21.9.				28.9.	
		Laich geschätzt (vis.)	Laich geschätzt (vis.)	Frischgewicht (g)	Laich pro Schn. (g)	L. pro S. pro Futter (g)	Laich geschätzt (vis.)	FG (g)
LN1d	1	mittel	viel	1.05	0.055	0.040	mittel	0.31
LN1d	5	wenig	mittel	0.48	0.024		wenig	0.02
AsF3	2	viel	mittel	0.38	0.019	0.033	0	0
AsF3	6	viel	viel	0.91	0.046		0	0
LN2c/a	3	mittel	0	0	0	0.001	0	0
LN2c/a	7	wenig	wenig	0.03	0.002		0	0
P/E	4	wenig	wenig	0.02	0.001	0.003	0	0
P/E	8	0	wenig	0.09	0.005		0	0

Abb. und Tab. 2



Futter	Aq.no.	*Summe geschätzt (g)	*Drchs. geschätzt (g)	*Drchs. geschätzt pro Futter (g)	
				total	pro Schn.
LN1d	1	1.75	0.583	0.375	0.0096
LN1d	5	0.50	0.167		
AsF3	2	1.35	0.450	0.688	0.0176
AsF3	6	1.90	0.475		
LN2c/a	3	0.40	0.133	0.083	0.0023
LN2c/a	7	0.10	0.033		
P/E	4	0.10	0.033	0.025	0.0007
P/E	8	0.05	0.017		

Abb. und Tab. 3



Futter	Aq.no.	n	Durchschnitt pro Aq.	Stand.abw.	n	Durchschnitt pro Futter	Stand.abw.
LN1d	1	6	0.107	0.034	2	0.104	0.005
LN1d	5	6	0.100	0.019			
AsF3	2	2	0.169	0.002	2	0.166	0.005
AsF3	6	2	0.162	0.007			
LN2c/a	3	6	0.014	0.007	2	0.014	0.001
LN2c/a	7	6	0.013	0.005			
P/E	4	6	0.009	0.008	2	0.009	0.001
P/E	8	6	0.008	0.005			

Abb. und Tab. 4

