

# Ueber die Wachsthums-Bedingungen des *Lymnaeus stagnalis*.

Von

C. SEMPER.

(Mit Tafel VIII. u. IX.)

Es ist eine allbekannte Thatsache, dass die endliche Grösse, welche ein Thier bis zum Ende des Wachsthums erreichen kann, nicht selten abhängig zu sein scheint von der Menge der in gegebenem Raume erzeugten jungen Thiere oder dem Areal, welches den einzelnen Individuen zukommt. *Herbert Spencer* sagt (Principles of Biology I, pag. 113) „all who have had experience of fishing in Highland lochs, know, that where the trout are numerous, they are small, and that where they are comparatively large, they are comparatively few.“ Im oberen Mehrligsee am Sonblick im Maltathal in über 8000' Höhe kommen, nach Aussage des Jägers dort, Saiblinge vor, die kaum länger als eine Hand werden. Dennoch sollen sie Eier legen und der See ist voll von ihnen; setzt man einige derselben in den unteren Mehrligsee, in welchem für gewöhnlich keine Saiblinge leben, so werden sie rasch über dreimal so gross. *Helix arbutorum* geht bekanntlich in einer alpinen kleinen Varietät bis zu 8000', über den unteren Theil des Pasterzengletschers (in der sogenannten Gamsgrube) hinauf; hier lebt die Schnecke hart am Boden unter den niedrigen Alpenpflanzen in grossen Mengen. — Aber in gleicher Höhe am Hochthörl bei Heiligenblut kommt dieselbe Schnecke in ziemlich normaler Grösse und Färbung, aber äusserst vereinzelt vor. In kleinen Zimmeraquarien konnte *Leydig* die Larven von Fröschen und Salamandern nie zu der Grösse erziehen, wie sie die im Freien aufgewachsenen Individuen er-

reichen und *Siebold* brachte in Glaswannen von 9" Länge,  $7\frac{1}{4}$ " Breite,  $1\frac{1}{2}$ " Höhe die junge Apusbrut nur bis zu einer Länge von 7—8 Mm. Man weiss längst, dass die Seeleute in der Regel kleiner sind als die auf dem Lande lebenden Menschen (s. auch *Gould*, Investigations on the military anthropological statistics of American Soldiers. N.-York 1869); keine Classe von Menschen aber lebt so zusammengedrängt auf engem Raum. Mein Bruder *Georg Semper* hat eine kleine Tabelle über die Grösse identischer Schmetterlinge auf den Philippinen und Palau's zusammengestellt, aus welcher hervorgeht, dass alle Individuen derselben Art auf den kleinen westlichen Carolinen kleiner bleiben, als die auf den viel grösseren philippinischen Inseln. — Man erinnert sich dabei des alten Buffon'schen Satzes, dass die grössten Säugethiere immer nur auf Continenten oder den grössten Inseln vorkommen sollen.

Wie überhaupt das Leben der Organismen das Resultat zahlloser sich bekämpfender oder gegenseitig sich unterstützender Kräfte ist, so muss die Grössenzunahme in bestimmter Zeit oder die Grösse des ausgewachsenen Individuums abhängen von einer grossen Zahl verschiedener Bedingungen. Bei noch so günstigen Nahrungsverhältnissen wird mechanische Störung des jungen Thieres in einem bestimmten Alter, Ueberschuss an Sauerstoff oder Mangel desselben, Anwesenheit von Parasiten oder zu grosse Wärme dasselbe Resultat hervorbringen können: Kleinbleiben der Thiere oder geringe Grössenzunahme in langen Zeitabschnitten. Diese Mannigfaltigkeit der Ursachen, welche die Wachstumsgrösse bestimmen, hat es wohl auch bisher verhindert, dass man den Einfluss jedes einzelnen untersuchte; von einer Bestimmung der Grösse eines Thieres, welche dasselbe z. B. durch die ihm mitgegebenen Reservenährstoffe vom Auskriechen aus dem Ei oder Uterus an zu erreichen vermag, ist nichts bekannt. War es doch viel bequemer, zu sagen, in diesem Falle sei es das Licht, in jenem andern die Nahrung gewesen, welche die besondere Grösse oder Kleinheit eines Thieres hervorgerufen hätte, als durch das Experiment zu untersuchen, ob solche hypothetische Annahme auch wirklich berechtigt war. Theils auch mag es darin liegen, dass die neuere Physiologie im Dienste der practischen Medicin nur mit einigen wenigen Thieren experimentirt, mit welchen sie nun leicht wie mit einem physikalischen Apparat oder dem Inhalt einer Retorte umzuspringen vermag. Die Zoologen aber, deren Aufgabe es wäre, die allgemein wichtigen biologischen Verhältnisse aller Thiere, nicht bloss der bisherigen Experimentalthiere, aufzuklären, hatten und haben noch so viel mit der Bewältigung des durch die Fülle der Formen gebotenen Materials zu thun, dass ihnen schwerlich ein Vorwurf daraus gemacht werden kann, wenn sie glaubten, die ver-

gleichende Physiologie auch den Physiologen von Fach überlassen zu können. Immerhin bleibt es zu beklagen, dass Männer, wie *Schmarda*, welche sich die Aufgabe gestellt hatten, die Geographie der Thiere, diese allgemeinste Physiologie der thierischen Organismen, zu behandeln, sich begnügt haben, Ursache und Wirkungen meist nach dem Grundsatz des „post hoc, ergo propter hoc“ hinter dem Schreibtische auszuklügeln, ohne nur die mindesten exacten Versuche nach dieser oder jener Richtung hin anzustellen. Glücklicher Weise mehren sich die Zeichen, dass die Zeit solcher reiner Combinationen ohne die geringste Kritik durch den Versuch vorüber ist.

In jenen Fällen nun, in denen, wie bei den im Wasser lebenden Lachsen, die Abhängigkeit des Wachstums von dem geringeren oder grösseren Wasservolum sehr auffallend war, schob man die Kleinheit der in kleinem Raume aufgewachsenen Individuen immer auf den Einfluss der geringeren Quantität von passender Nahrung, welche in dem kleineren Wasservolum Platz hatte. Zwar konnte man nicht im Mindesten das Minimum der Nahrungsmenge, dessen die Thiere bedurften, um ihre volle Grösse in kürzester Zeit zu erlangen; nichts desto weniger schien jene Beziehung so natürlich, dass sie ohne irgendwelche Kritik als bewiesen geglaubt wurde. Auch lässt sich nicht läugnen, dass in vielen Fällen gewiss die mit der Zunahme der Individuenzahl in gegebenem Raume verbundene Abnahme der jedem einzelnen Thier zukommenden Nahrungsmenge einen Einfluss auf das Grössenwachstum hat haben können oder müssen; nämlich immer dann, wenn das Minimum der für das ungehinderte Wachstum nöthigen Nahrungsmenge nicht erreicht wurde. Aber dies Minimum wurde, wie gesagt, nie bestimmt; es können also alle jene oben angeführten Beobachtungen nicht als Stütze für die bisher versuchte Erklärung gelten, sondern nur den Satz feststellen: dass das Wachstum der Thiere steigt oder fällt mit der Zunahme oder Abnahme des jedem einzelnen Individuum zukommenden Volumens an Bodenfläche, Luft oder Wasser. — Genauen Versuchen allein, nicht der willkürlichen Deutung irgend einer zufällig gemachten Beobachtung steht das Recht und fällt die Aufgabe zu, die Quantität und Qualität des Einflusses einer jeden Lebensbedingung festzustellen.

Bei Experimenten, welche zum Zweck hatten, zu untersuchen, ob zwitterige Wasserschnecken im Stande seien, sich selbst zu befruchten oder sich parthenogenetisch<sup>1)</sup> zu vermehren, lernte ich im *Lymnaeus stagnalis*

<sup>1)</sup> Anmerkung. Diese Versuche führten leider zu keinem Ergebniss, weil meine Aquarien, in dem uralten Gebäude der Universität befindlich, unter Mangel an Licht,

ein Thier kennen, welches die eben berührte Abhängigkeit des Wachstums von der Menge des umgebenden Wassers in einer so auffallenden Weise zu erkennen gab, dass ich beschloss, mit dieser Wasserschnecke meine längst geplanten Versuche über das Wachstum verschiedener Thiere zu beginnen.

Um nemlich eine Begattung der jungen *Lymnaeen* ganz unmöglich zu machen, hatte ich von einem derselben Mutter entstammenden Haufen junger Thierchen 5 Exemplare 8 Tage nach der Geburt isolirt, um jedes für sich gross zu ziehen. Schon nach 8 Tagen bemerkte ich an diesen isolirten, die wie jene gesellschaftlich lebenden in ungefähr 1500 Cc. Wasser mit Ueberschuss von Nahrung gezüchtet wurden, eine erhebliche Grössenzunahme gegenüber den andern. Nach 21 Tagen trat diese Differenz im Wachstum so scharf hervor, dass ich abermals 5 Exemplare isolirte und nach weiteren 16 Tagen wiederum 5. In allen Fällen war schon 8 Tage nach der Isolirung eine bedeutende Zunahme an Länge wahrzunehmen, während die im gleichen Volum Wasser zusammengepfercht lebenden nur äusserst langsam wuchsen. Am 9. August wurde das Experiment unterbrochen; es hatten also sämmtliche Thiere, da sie aus einem Eihaufen herstammten und am 4. Mai<sup>1</sup> ausgekrochen waren, das gleiche Alter von 96 Tagen erreicht; aber die zuerst isolirten hatten 88 Tage, die der zweiten Isolation 66 Tage und die der dritten 50 Tage ohne Störung durch Gefährten zugebracht. Die beifolgende Tabelle zeigt, dass die definitive Grösse, an den Schalen der Thiere gemessen, um so kleiner wird, je kürzer die Zeitdauer der Isolation oder je länger die des geselligen Lebens ist.

---

Ueberfluss an Staub und Pilzen zu leiden haben; es erzeugen sich in ihnen Infusorien, pflanzliche und thierische Parasiten, namentlich Trematodenammen in so kolossalen Mengen, dass z. B. *Lymnaeen*, die im botanischen Garten nie oder nur sehr selten von solchen Gästen zu leiden haben, in kurzer Frist von ihnen in Schaa- ren befallen werden, sobald sie auf die Universität kommen. Es fehlt hier eben für solche Versuche an lebenden Thieren gar sehr an Licht und Luft. Die isolirt vom Ei an 1 Jahr lang erzogenen Thiere waren schliesslich alle an solchen Parasiten zu Grunde gegangen, weil ich sie im Winter aus den kleineren Versuchsgefässen in die grösseren Aquarien gesetzt hatte. Ein einziges fast ganz ausgewachsenes Thier, das mir ein Resultat versprach, starb schliesslich auch; die anatomische Untersuchung zeigte, dass die Geschlechtstheile und diese allein gänzlich von Trematodenammen aufgezehrt worden waren. In den kleinen, oben gegen Staub geschlossenen Versuchsgefässen, in denen das Wasser nicht gewechselt wurde, erzeugten sich nur äusserst selten diese lästigen Thierchen. — Die ersten gut ausgebildeten Samenkörperchen treten lange vor den Eiern, bei Individuen von nur 11 Mm. Länge auf.

Tabelle I.

Alter 96 Tage. Experiment A.	in Millim. Länge der Schale	Gesamtgewicht des Thieres mit Wasser	Gesamtgewicht des Thieres ohne Wasser	Gewicht des Wassers	Verhältniss von festen : Wasser Theilen	4. Mai angesetzt.  Bemerkungen.
A <sub>1</sub>	a) 23 Mm.	730,2	211,3	518,9	1 : 2,45	Von der Gesellschaft isolirt am 12. Mai. 88 Tage alt. 1600 Cc. enthielten am 8. Aug. 0,0722 Grm. Ca O.
	b) 19,5 Mm.	423,4	133,3	285,1	1 : 2,06	
Mittel	21,2	576,8	174,8	402,0	1 : 2,25	
A <sub>2</sub>	a) 21,5 Mm.	463,5	105,5	358,0	1 : 3,39	Von der Gesellschaft isolirt am 3. Juni. 66 Tage alt. 1600 Cc. enthielten am 9. Aug. 0,1318 Grm. Ca O.
	b) 17 Mm.	216,9	59,1	157,8	1 : 2,67	
	c) 16 Mm.	209,6	68,1	141,5	1 : 2,08	
Mittel	18,2	296,7	77,6	219,1	1 : 2,71	
A <sub>3</sub>	a) 18 Mm.	309,9	59,6	250,3	1 : 4,20	Von der Gesellschaft isolirt am 29. Juni und in destillirtes Wasser gesetzt. 50 Tage alt.
	b) 18 Mm.	258,6	58,4	200,2	1 : 3,43	
	c) 12 Mm.	82,7	14,0	68,7	1 : 4,91	
Mittel	16	217,1	44,0	173,1	1 : 4,18	
A <sub>4</sub>	a) 7,5 Mm.	20,9	6,4	14,5	1 : 2,27	8 Exemplare d. Gesellschaft ge- wogen waren 96 Tage alt. 1600 Cc. enthielten am 9. Aug. 0,0170 Grm. Ca O.
	b) 5,5 Mm.	11,9	4,3	7,6	1 : 1,77	
Mittel	6,5	16,4	5,3	11,1	1 : 2,02	

142 SEMPER: Ueb. d. Wachstums-Bedingungen des *Lymnaeus stagnalis*.

Von den isolirten Thieren dieser Experimente A wurden 7 am Leben gelassen, um sie bis zu voller Grösse aufzuziehen. Auch diese hatten, als ich das Experiment unterbrach, Längen erreicht, welche innerhalb der Grenzen jeder einzelnen Rubrik lagen, so dass das Mittel der Maasse, wie es in der Tabelle angegeben ist, durch die nicht berücksichtigten nur wenig verändert worden wäre.

Die Wägungen der Thiere stellte ich mit möglichster Sorgfalt an, namentlich mit Bezug auf die Bestimmung der Wassermenge. Die Schalen trocknete ich vollständig ab; vom Thier liess ich das überflüssige Wasser abtropfen, das äusserlich am Mantel haftende suchte ich mittels Löschpapiers aufzusaugen. Aber trotz aller Sorgfalt wird das Abtrocknen nie ganz gleichmässig geschehen können; während des Wägens verdunstet Wasser und zwar verhältnissmässig um so mehr, je kleiner die Thiere sind. Ich lege deshalb auf die Bestimmung des Wassergewichtes des frischen Thieres gar kein Gewicht.

Aus der Rubrik des Trockengewichtes der Thiere geht hervor, dass die Gewichtszunahme des Thieres, je länger und älter es wird, in immer rascherer Zunahme steigt. Dies zeigt die hier folgende aus Tabelle I. berechnete Tabelle:

	Verhältnisszahl der Längen	Quadrat derselben	Cuben derselben	Verhältnisszahl des Gewichtes
$A_4 : A_1$	3,3	10,9	35,9	33,0
$A_4 : A_2$	2,8	7,8	22,0	14,7
$A_4 : A_3$	2,46	6,0	14,8	8,3

Es ergibt sich hieraus, dass die Zunahme des Trockengewichtes sich, je länger das Thier wird, um so mehr dem Cubus der Verhältnisszahl der Längenzunahme nähert, d. h. es findet mit zunehmendem Alter <sup>1)</sup> eine

<sup>1)</sup> *Anmerkung.* Dies Resultat gilt natürlich nur für das hier discutierte Experiment. Aus den später mitzutheilenden Zahlen anders und richtiger angestellter Versuche ergibt sich, dass die Curve der Verhältnisszahl der Gewichte ungefähr die Mitte hält zwischen derjenigen der Cuben und der Quadrate der Verhältnisszahlen der Längen (s. Curven-Tafel II.). Doch wird hierdurch nichts an dem allgemeinen Resultat geändert: dass das Längenwachsthum bei meinen Versuchen nicht auf einer Aufschwemmung durch Wasser, sondern vielmehr auf einer wirklichen Assimilation fester Nahrungsstoffe beruhte. Ich theile die aus den Versuchen E, O und P hier-

immer mehr sich steigernde Aufnahme und Ablagerung fester Bestandtheile im Körper statt und es beruht die durch Isolirung hervorgerufene Längenzunahme somit nicht auf einer blossen Aufschwemmung des Thierkörpers durch Wasser, sondern auf wirklichem Wachsthum. Es schien mir nöthig, dies gleich von vornherein zu beweisen, um mich fernerhin immer der Schalenlänge als eines leicht zu constatirenden, selbst am lebenden Thier mitunter festzustellenden, Maasses bedienen zu können, ohne gewärtigen zu müssen, dass mir etwa der Einwurf gemacht werde, man habe es hier mit pathologischen, wassersüchtig gewordenen Individuen zu thun. Natürlich kann diese Art, die Intensität des Wachsthum einer Schnecke zu messen, nur zur Feststellung der allgemeinsten Beziehungen dienen; aber bei solchen vorbereitenden Untersuchungen, über die allein ich hier berichte, genügt es nach der vorliegenden Tabelle (und späteren ähnlichen Wägungen) vollkommen, bloß die Schalenlänge zu messen.

Es geht ferner aus dieser Tabelle hervor, dass die selbst bei geringer Zeitdauer der isolirten Züchtung auftretenden Wachsthumdifferenzen so gross sind, dass sie individuelle oder durch zufällige Einflüsse hervorgerufene Schwankungen leicht verdecken, die Fehler also ausgleichen. In der That wird man sehen, dass unter sehr verschiedenen Bedingungen angestellte Versuche recht gut übereinstimmende Resultate gegeben haben. Wo aber erheblichere Abweichungen von der Regel eintraten, gelang es mir fast immer, die Ursachen derselben in Pilzen, mechanischen Störungen etc. zu erkennen. Kein einziges der am Eingang erwähnten Thiere, an welchen man, um mich kurz auszudrücken, den Volumeinfluss bemerkt hat, zeigt so enorme Differenzen zwischen Minimum und Maximum der in gleicher Zeit erreichten Länge, wie hier der *Lymnaeus*; und es ist das Wachsthum fernerhin ein so rasches, dass man die Wachsthumzunahme bequem, von Woche zu Woche, in der Zeit der grössten Wachsthum-Intensität sogar von 3 zu 3 Tagen messen kann. Ein weiterer Vortheil besteht, wenigstens für den Anfang, darin, dass *Lymnaeus* sich von Pflanzen nährt. Man kann also sicher sein, wenn man die Pflanzen [in dem Versuchsglase im Ueberschuss wachsen lässt, dass die Thiere immer genug Nahrung finden; es werden somit die Schwierigkeiten, welche bei Fleisch-

---

für berechneten Curven in Tafel I mit, um dem Vorwurfe zu begegnen, nicht alle Elemente meiner Aufstellungen veröffentlicht zu haben. Dass im Versuche A die Gewichtszunahme eine so ungleich raschere war, liegt natürlich darin, dass die Individuen von A 4, deren Länge als Einheit genommen wurde, unter ungleich ungünstigeren Bedingungen erzogen wurden, als die kleinsten der späteren Versuche; zugleich aber auch darin, dass jene ein Alter von 96 Tagen, diese höchstens von 64 Tagen erreicht hatten.

144 SEMPER: Ueb. d. Wachstums-Bedingungen des *Lymnaeus stagnalis*.

fressern durch die Nothwendigkeit entstehen, ihnen die Nahrung zuzumessen, gänzlich vermieden. Endlich ist bei diesen apathischen Thieren, deren Körperwärme die des Wassers gewiss nur um unmessbare Grössen oder gar nicht übersteigen wird, ein Verlust an Stoff durch Wärmeproduction wohl nur minimal, so dass auch hiernach die erreichte Grösse ein treuer Ausdruck der assimilirenden Thätigkeit des Organismus ist. Bei tieferem Eindringen in den Mechanismus des Stoffwechsels wird natürlich wieder die Unmöglichkeit, die Menge des den Lymnaeen gegebenen Futters genau zu bestimmen — wie es bei Fleischfressern möglich — eigenthümliche Schwierigkeiten der Untersuchung bedingen; aber für die hier zunächst zu lösende Frage, auf welches Moment der berührte „Volumeinfluss“ ganz im Allgemeinen zu beziehen sei, existiren solche Schwierigkeiten nicht.

---

Das zuerst angestellte Experiment ist nicht ganz rein. Da nemlich die zu isolirenden Thiere in frisches Wasser gesetzt werden mussten, so erhielten diese zu ihrem Wachsthum gewisser Massen das doppelte Volum Wasser zur Verfügung. Streng genommen sind also auch die oben mitgetheilten Resultate nicht einmal unter sich vergleichbar. Diese Fehlerquelle wurde in den nachfolgenden Experimenten dadurch vermieden, dass beim Ansetzen einer Versuchsreihe verschieden grosse Mengen Thiere in gleicher Quantität Wasser und selbstverständlich unter sonst gleichen Bedingungen gleichzeitig und demselben Eihaufen entnommen, angesetzt wurden. Bestand wirklich, wie es schien, ein solcher Volumeinfluss, so war es natürlich für die zu erreichende Länge der Individuen völlig gleichgültig, ob z. B. ein Individuum in 400 Cc. oder ob 5 Individuen in 2000 Cc. Wasser erzogen wurden. Oder es mussten die Thiere um so kleiner werden, je grösser die Zahl der im gleichen Volum Wasser lebenden Individuen war.

Um diesen festzustellen, setzte ich am 9. August 1871 einen zweiten Versuch an. In 5 Gläsern, die mit Papier zugebunden oder mit Holzdeckeln zugedeckt worden, setzte ich je 2, 5, 12, 30 und über 100 Individuen in 2000 Cc. Wasser ein, und absichtlich mit sehr verschieden grossen Mengen Futters. Die Futterpflanze war Wasserpest (*Elodea canadensis*); später entwickelten sich auch Algen darin, welche die *Lymnaeen* ebenfalls gern zu fressen schienen. Am 18. October wurde das Experiment unterbrochen; es hatten also alle Thiere, die von derselben Mutter abstammten, das gleiche Alter von 71 Tagen erreicht. Die hier folgende Tabelle II. gibt die Resultate des Experiments.

---

Experiment E 71 Tage alt 9. Aug.—18. Oct.	In Millim. Länge der Schale	Gesamtgewicht des Thieres mit Wasser	Trockengewicht a
E No. 5 2 Individuen	a) 16 Mm.	196,9	48,3
	b) 14 Mm.	150,9	37,7
Mittelwerthe	15 Mm.	173,9	43,0 <i>soll sein 42,5</i>
E No. 1 5 Individuen	a) 14 Mm.	131,3	33,9
	b) 11 Mm.	73,0	19,2
	c) 11 Mm.	80,0	19,5
	d) 11 Mm.	85,3	21,7
	e) 10 Mm.	50,9	15,7
Mittelwerthe	11,4	84,1	22,0
Bithynia 16 Ex.	—	175,2	55,5
E. No. 2 12 Individuen	4 Ex. à a) 9 Mm.	31,0 (123,9)	8,4 (33,4)
	8 Ex. à b) 7,0 Mm.	18,2 (145,6)	5,0 (39,6)
Mittelwerthe	7,7 Mm.	22,5	6,1
E. No. 3	3 Ex. a) 9 Mm.	32,6 (97,7)	8,7 (26,0)
	4 Ex. b) 6 Mm.	14,0 (56,2)	3,7 (14,8)
	13 Ex. c) 5 Mm.	9,5 (123,3)	2,5 (33,1)
	10 Ex. d) 3,3 Mm.	4,4 (43,8)	1,2 (12,4)
	5,0 Mm.	10,7	2,8 <i>soll sein 2,9</i>
E No 4 105 Ex.	2,7 Mm.	2,47 (250,5)	0,84 (62,6) <i>0,80</i>

## b e l l e II.

Wassermenge b	Verhältniss a : b	Bemerkungen.
148,6	1 : 3,09	Papierverschluss; verdunstet 350 Cc. Erhielt 2 Eier, bedeutend weniger Futter als die andern. Enthielt noch 272 Milligr. Kalk.
113,2	1 : 3,00	
130,9	1 : 3,04	
97,4	1 : 2,87	Holzdeckel, verdunstet 100 Cc. Zufällig in demselben Glase 16 Ex. von <i>Bithynia tentaculata</i> erzogen. Enthielt noch 168 Milligr. Kalk. Erhielt 5 Eier.
53,8	1 : 2,80	
60,5	1 : 3,10	
63,6	1 : 2,93	
35,2	1 : 2,24	
62,1	1 : 2,79	
119,7		
22,6 (90,5)	1 : 2,69	Holzdeckel, verdunstet 50 Cc. Unter den 8 Ex. a b waren 7 von 7,5 Mm. 1 von 6,5 Mm. Erhielt 12 Eier und weniger Futter als die andern. Enthielt noch 164 Milligr. Kalk.
13,2 (106,0)	1 : 2,64	
16,4	1 : 2,7	
23,9 (71,7)	1 : 2,75	Papierverschluss, verdunstet 350 Cc. 13 Ex. von c schwankten zwischen 4½ u. 5½ Mm. 10 Ex. von b zwischen 3 und 5½ Mm. Die Mittel genau nach der Zahl berechnet. Enthielt noch 160 Milligr. Kalk.
10,3 (41,4)	1 : 2,78	
7,0 (90,4)	1 : 2,80	
3,1 (31,4)	1 : 2,67	
7,8	1 : 2,75	
1,36 (197,9)	1 : 3,0	Papierverschluss. Verdunstet waren 355 Cc. Mehr als 100 Eier. Enthielt noch 188 Milligr. Kalk.

Diese Tabelle (s. auch die Curventafel III, Curve c) bestätigt vollkommen die Resultate, welche oben aus den weniger exacten ersten Experimenten gefunden wurden, nämlich:

- 1) dass auch bei gleichzeitiger Trennung nach dem Auskriechen der Jungen das Volum des Wassers, in welchem diese aufgezogen werden, einen entschiedenen Einfluss auf das Wachstum der Thiere ausübt;
- 2) dass die Grössenzunahme nicht auf einer blossen Aufschwemmung, sondern auf wirklichem durch Assimilation fester Theile bedingtem Wachstum beruht.

Es kann endlich daraus, dass E5 und E2 bedeutend weniger Futterpflanzen, als die andern, erhielten, und überhaupt die Mengen desselben sehr verschieden waren, schon mit einiger Wahrscheinlichkeit gefolgert werden, dass überhaupt die Futtermenge, deren ein junger *Lymnaeus* zu seinem Wachstum bedarf, eine sehr geringe ist. Füllt man also Gläser, welche resp. 2000, 1000 und 500 Cc. enthalten, gleichmässig mit reichlichem Futter, so müssen einzeln in den Gläsern erzogene Thiere, trotz der gleichen Futtermengen, dieselbe Wachstumsproportion zeigen, wie die 1, 2 oder 4 in 2000 Cc. Wasser erzogenen erkennen lassen. Die späteren Versuche werden die Richtigkeit dieser Folgerung erweisen. Es ist also auch leicht, den Einfluss unzureichender Nahrungsmengen völlig auszuschliessen. Dennoch dürfte es von Interesse sein, festzustellen, welches bei gegebenem Wasservolum das Minimum der Nahrung ist, dessen die Schnecken zu ungehindertem Wachstum unter sonst gleichen Bedingungen bedürfen. Diese Frage liess ich freilich zunächst ausser Acht, weil ich sicher war, dass in allen meinen Versuchen das Minimum der nothwendigen Futtermenge beträchtlich überschritten wurde, ein Einfluss mangelnder Nahrung sich also unter keinen Umständen geltend machen konnte. Auch gebrach es mir an Raum, um gleichzeitig viele Experimente anstellen zu können. Uebrigens würden zu dem angedeuteten Zwecke angestellte Versuche bedeutenden Schwierigkeiten begegnen, weil bei gleichbleibendem Wasservolum — 2000 Cc. — und sehr geringen Futtermengen (wie ich aus einigen vorbereitenden Versuchen gelernt habe) die jungen Thiere oft Tage lang im Glase herumirren, ohne das Futter finden zu können. Nimmt man aber kleine Gläser, so hat man natürlich dabei den retardirenden Einfluss des geringen Wasservolums zu berücksichtigen; würde man aber sehr enge hohe Gläser wählen, in welche auch wieder 2000 Cc. hineingingen und in denen das Futter die Glaswände berührte, das Aufsuchen desselben also erleichtert wäre: so würde die Wassersäule so hoch werden, dass, im Falle ein Thier auf den Boden fiel, die Arbeit

des an die Oberfläche Kriechens wahrscheinlich wieder bedeutende Störungen im normalen Stoffwechsel desselben zur Folge haben würde. Es werden eben andere Versuche vorher gemacht werden müssen, ehe man daran gehen kann, das Minimum der zu günstigstem Wachstum nöthigen Futtermenge zu bestimmen.

---

Wenn es richtig ist, dass dieser nun hinreichend constatirte Volumeneinfluss wirklich nur durch die Wassermenge, nicht aber durch einen von den Thieren selbst direct abhängigen Umstand hervorgerufen wird: so muss es natürlich ganz gleichgültig sein, ob 1 oder 10 oder mehr Individuen in ganz gleich grossen Gefässen erzogen werden, wenn nur für beständige und rasche Erneuerung des Wassers Sorge getragen wird. Ich liess deshalb in einige Versuchsgläser Tag und Nacht einen feinen Strom Wassers eintreten; die gleiche Menge wurde durch einen Heber entfernt. Gleichzeitig damit setzte ich ein anderes Versuchsglas mit *Lymnaeen* an, in welches ich durch einen Gasometer einen Luftstrom eintreten liess, um zu sehen, ob die beständige und rasche Erneuerung der Luft im Wasser (bis zur Sättigung) einen Einfluss auf die wachsenden Thiere äussern würde. Beide Experimente missglückten vollständig. Trotzdem ich nemlich den eintretenden Luft- wie Wasserstrom so schwach, wie möglich, gemacht hatte, war er doch offenbar zu stark für die kleinen schwachen Thiere; sie versuchten zu kriechen, konnten aber in dem bewegten Wasser keinen Halt am Glase oder den Pflanzen gewinnen, fielen zu Boden mit dem Rücken nach unten und starben hier nach wenig Tagen. Aeltere *Lymnaeen* von ungefähr 8—10 Mm. Länge können dagegen solche Ströme ertragen, wenigstens gehen sie darin nicht ohne Weiteres zu Grunde, wenn sie vielleicht auch erheblich in ihrem Wachstum gestört werden mögen. — Es deutet dieser Versuch an, dass gewiss auch die wechselnde Stärke der Strömungen in einem Bach oder See von Einfluss sein mag, nicht blos für die Anwesenheit der *Lymnaeen* überhaupt, sondern auch für die an verschiedenen Stellen von einer und derselben Art erreichte Grösse. Man weiss, wie erheblich die Längen von einander abweichen, zu welchen gerade der *Lymnaeus stagnalis* auch im Freien auswächst; über die Einflüsse, welche in solchen Fällen wirksam gewesen sind, hat man freilich bis jetzt sich keine Rechenschaft zu geben verstanden. Dass neben Wärme, Nahrung, Volum des Wassers etc. auch wohl die wechselnde Intensität der in Seen und Teiche eintretenden Strömungen von grosser Wirkung sein muss, scheint mir nach meinen Ex-

perimenten keinen Zweifel zu leiden. Jedoch wird auch dieser Einfluss erst dann als wirklich erkannt angesehen werden können, wenn bestimmte Curven für ihn ausschliesslich durch das Experiment festgestellt sein werden.

Diesen letzten Versuch, *Lymnaeen* in kleinen Gläsern, aber unter beständiger, Tag und Nacht fortgesetzter Erneuerung sauerstoffreichen Wassers zu erziehen, wiederholte ich in folgender Weise. Mit einem Arm des Zuleitungsrohres meiner Aquarien verband ich ein dünnes Zinkblechrohr, von dem aus 9 Arme schräg nach unten gingen, so dass aus den feinen Oeffnungen dieser letzteren ein dünner Wasserstrahl mit bedeutender Kraft in ein darunter stehendes Gefäss einfiel. Dadurch wurden in das darin befindliche Wasser unter beständiger Erneuerung desselben eine Menge Luftblasen mit hineingerissen, so dass das an und für sich schon sehr lufthaltige Wasser der Wasserleitung gewiss gesättigt mit Luft werden musste. Ein Heber führte dies so in beständiger Bewegung erhaltene Wasser in andere grössere und namentlich höhere Gefässe über, in welchen die *Lymnaeen* und Pflanzen lebten; abermals durch Heber wurde nicht ganz so viel Wasser entfernt, als in diese Gläser einströmte. Hierdurch war der schädliche Einfluss der starken Bewegung vermieden, denn der durch die Hebevorrichtung erzeugte Strom machte die Pflanzen nur in allernächster Nähe der Ausflussöffnung des ersten zuführenden Hebers erzittern, fast gar nicht aber an der Mündung des ableitenden Hebers. Diese Anordnung schien nun allerdings durchaus den gehegten Erwartungen zu entsprechen; die Thiere starben nicht, sie wuchsen und lebten wochenlang. Nichts destoweniger missglückte auch dieses Experiment, und zwar wegen des Staubes und der Finsterniss, welche in der hiesigen Universität herrschen. Das Gebäude ist ein altes Kloster, mit düsteren Gängen und tiefen wenig hellen Zimmern. Die Arbeitsräume des Instituts liegen zwar ziemlich hoch, gegen Südwesten; nichts desto weniger sind die Fenster so durch das Dach eines nahen Hauses beschattet, dass die Sonne während des Winters etwa 2—3, im Sommer höchstens 6—7 Stunden dieselben bescheint. Ein grosser Theil meiner Versuchsgläser, die ich nicht am Fenstertisch anbringen konnte, erhielten selbst im Sommer nur während weniger Stunden directes Sonnenlicht. Dieser Mangel an Licht und der entsetzliche Staub, welcher aus dem alten morschen Fussboden und den Wänden der dumpfen Räume dringt,

begünstigten und erzeugten eine solche Pilzvegetation, dass durch sie das Leben der chlorophyllhaltigen Pflanzen und der jungen *Lymnaeen* im höchsten Grade beeinflusst wurde. Das Resultat fiel denn auch sehr ungleich aus, so dass ich es für überflüssig halte, hier dasselbe mitzutheilen. Es hält mich hiervon namentlich die Thatsache ab, dass überhaupt alle Individuen, die isolirten, wie die gesellschaftlich lebenden, etwa um das Dreifache kleiner blieben, als nach dem Wachstumscurven anders erzogener Individuen gleichen Alters zu erwarten gewesen wäre; so dass der messbare vielleicht doch durch die gesellige Lebensweise hervorgebrachte Unterschied der Wachstumsgrösse zu klein war, um die durch Pilze, Lichtmangel etc. erzeugten Fehler zu verdecken. Wenn jedoch, nach Ausschluss einiger absolut falscher Resultate, die Resultate der scheinbar gelungensten Experimente verglichen werden, so glaube ich allerdings zu erkennen, dass hier in der That der Volum-Einfluss aufgehoben wurde.

Sollte sich nun dies vermuthete Resultat, bei Wiederholung des gleichen Experiments unter günstigeren Bedingungen, bestätigen, so würde damit bewiesen sein, dass es in der That ausschliesslich der Volumeinfluss wäre, welcher, unter sonst gleichen und durchaus günstigen Bedingungen, die Resorption der Nahrung und damit zugleich auch die Wachstumsintensität der jungen *Lymnaeen* bestimmte.

---

Um nun ganz bestimmte Resultate in Bezug auf diesen Volumeinfluss zu gewinnen, stellte ich im vergangenen Sommer eine grosse Menge von Versuchsgläsern auf, in denen Zahl der Individuen, Wassermenge und Oberfläche des Wassers beliebig wechselten. Natürlich brachte ich Individuen, die von derselben Mutter stammten, in solche Lebensverhältnisse, dass die Resultate der Experimente immer vergleichbar waren. Es ist überflüssig, alle angestellten Versuche einzeln zu discutiren, da ich in der hier folgenden Tabelle alle solche Angaben mitgetheilt habe, welche den Leser in Stand setzen, selbst Kritik zu üben.

Tabelle III.

Bezeichnung des Experi- ments 1872	Glas		Wasser- volumen in Cc.	Thiere			Volum mittle- res des Wassers für je ein Thier	Bemerkungen.
	Durch- messer in Zollen	Ober- fläche in □Zoll		Anzahl der ge- sellig- erzogenen	Alter in Tagen	Länge in Mm.		
A <sub>1</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	8,0	1000	1	64	22,5	1000	A
A <sub>2</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	7,5	1000	2	"	17,0	500	
A <sub>3</sub>	oval		1000	3	"	15,5	333	
A <sub>4</sub>	"		1000	4	"	16,6	250	
A <sub>5</sub>	4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	17,7	1000	5	"	11,6	200	
A <sub>6</sub>	3 <sup>3</sup> / <sub>8</sub>	8,9	1000	6	"	12,0	167	B
B <sub>1</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	9,6	1500	1	"	23,5	1500	
B <sub>2</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	9,6	1500	2	"	19,5	750	
B <sub>3</sub>	4 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	16,8	1500	3	"	18,2	500	
B <sub>4</sub>	3 <sup>2</sup> / <sub>8</sub>	8,0	1500	4	"	14,2	375	C
B <sub>5</sub>	5	19,6	1500	5	"	14,8	300	
C <sub>1</sub>	5	19,6	2000	1	56	26,0	2000	
C <sub>2</sub>	"	"	"	4	"	12,5	500	
C <sub>3</sub>	"	"	"	8	"	9,8	250	Ursprünglich 10, im Laufe des Vrs. 4 gestorben.
C <sub>4</sub>	"	"	"	6 (10)	"	7,8		
G <sub>1</sub>	"	"	"	1	87	24,0	2000	
K <sub>1</sub>	"	"	1000	2	56	12,5	500	Zahlreiche Pilze im Glase.
K <sub>2</sub>	"	"	"	1	"	23,0	1000	K
K <sub>3</sub>	"	"	"	1	"	21,0	1000	
K <sub>4</sub>	"	"	"	5	"	13,4	200	
K <sub>5</sub>	"	"	"	10	"	10,3	100	
L <sub>1</sub>	"	"	2000	2	"	21,0	1000	
L <sub>2</sub>	"	"	"	4	"	15,6	500	
L <sub>3</sub>	"	"	"	1	"	22,0	2000	
L <sub>4</sub>	"	"	"	6	"	13,0	333	
L <sub>5</sub>	"	"	"	10	"	10,6	200	
M <sub>1</sub>	"	"	2000	1	59	18,0	2000	M
M <sub>2</sub>	"	"	"	1	"	17,0	2000	
M <sub>3</sub>	"	"	"	5	"	11,7	400	
M <sub>4</sub>	"	"	"	10	"	8,8	200	
M <sub>5</sub>	"	"	"	20	"	6,2	100	
N <sub>1</sub>	"	"	2000	1	"	21,0	2000	N
N <sub>2</sub>	"	"	"	1	"	21,0	2000	
N <sub>3</sub>	"	"	"	1	"	17,0	2000	
N <sub>4</sub>	"	"	"	5	"	10,1	400	
N <sub>5</sub>	"	"	"	9	"	7,5	222	
N <sub>6</sub>	"	"	"	20	"	6,2	100	O
O <sub>1</sub>	"	"	2000	1	63	18,5	2000	
O <sub>2</sub>	"	"	"	5	"	10,8	400	
O <sub>3</sub>	"	"	"	10	"	6,8	200	
O <sub>4</sub>	"	"	"	20	"	4,6	100	P
P <sub>1</sub>	"	"	2000	1	"	17,0	2000	
P <sub>2</sub>	"	"	"	5	"	10,5	400	
P <sub>3</sub>	"	"	"	10	"	8,6	200	
P <sub>4</sub>	"	"	"	20	"	5,0	100	

SEMPER: Ueb. d. Wachstums-Bedingungen des *Lymnaeus stagnalis*. 153

Bezeichnung des Experiments 1872	Glas		Wasser- volumen in Cc.	Thiere			Volum mittle- res des Wassers für ein Thier	Bemerkungen.
	Durch- messer in Zollen	Ober- fläche in □Zoll		Anzahl der ge- sellig er- zogenen	Alter in Tagen	Länge in Mm.		
S <sub>1</sub>	2	3,1	125	1	29	6,0	125	S       Viel Pilze i. Glase, das Thier meist aus dem Wasser.
S <sub>2</sub>	1,8	2,5	125	1	"	5,0	125	
S <sub>3</sub>	3,2	8,0	125	1	"	5,0	125	
S <sub>4</sub>	2,7	5,7	250	1	"	7,5	250	
S <sub>5</sub>	3,4	9,1	500	1	32	12,0	500	
S <sub>6</sub>	4,3	14,5	500	1	"	14,7	500	
S <sub>7</sub>	4,6	16,6	2000	1	"	6,5	2000	
S <sub>8</sub>	10,0	78,5	4000	1	28	9,0	4000	T       2 Thiere gestor- ben, wie es scheint durch Pilze.  L
T <sub>1</sub>	5,0	19,6	2000	1	32	9,8	2000	
T <sub>3</sub>	"	"	"	1	"	8,5	2000	
T <sub>7</sub>	"	"	"	10	"	6,1	200	
T <sub>8</sub>	"	"	"	10	"	6,7	200	
T <sub>9</sub>	"	"	"	8 (10)	"	3,9	250	
Ua <sub>1</sub>	"	"	500	1	26	8,5	500	
Ua <sub>2</sub>	"	"	"	1	"	6,0	"	
Ua <sub>3</sub>	"	"	"	1	"	8,3	"	
Ua <sub>4</sub>	"	"	"	1	"	5,0	"	
Ub <sub>1</sub>	"	"	1000	1	"	5,4	1000	
Ub <sub>2</sub>	"	"	"	1	"	3,0	"	
Ub <sub>3</sub>	"	"	"	1	"	4,5	"	
Ub <sub>4</sub>	"	"	"	1	"	3,5	"	
Uc <sub>1</sub>	"	"	1500	1	"	3,0	1500	
Uc <sub>2</sub>	"	"	"	1	"	3,5	"	
Uc <sub>3</sub>	"	"	"	1	"	4,0	"	
Uc <sub>4</sub>	"	"	"	1	"	3,5	"	
Ud <sub>1</sub>	"	"	2000	1	"	2,8	2000	
Ud <sub>2</sub>	"	"	"	1	"	3,0	"	Thiere, die in 5500, 6200 und 6500 Cc. Wasser lebten, waren alle todt.
V <sub>3</sub>	3,5	9,6	1500	1	"	2,9	1500	
V <sub>7</sub>	8,5	56,7	"	1	"	4,5	"	

T a b e l l e IV.

Bezeichnung	Volumen des Wassers	Länge der Individuen	Mittlere Länge für gleiches Volumen
Alter: 56—64 Tage.			
C <sub>1</sub>	2000	26,0	} 24,0
G <sub>1</sub>	"	24,0	
L <sub>3</sub>	"	22,0	
B <sub>1</sub>	1500	23,5	} 23,5
K <sub>2</sub>	1000	23,0	
A <sub>1</sub>	"	22,5	} 22,2
L <sub>1</sub>	"	21,0	
B <sub>2</sub>	750	19,5	} 19,5
B <sub>3</sub>	500	18,2	
A <sub>2</sub>	"	17,0	} 15,8
L <sub>2</sub>	"	15,6	
C <sub>2</sub>	"	12,5	
P <sub>1</sub>	375	14,2	} 14,2
A <sub>3</sub>	333	15,5	
L <sub>4</sub>	"	13,0	} 14,8
B <sub>5</sub>	300	14,8	
A <sub>4</sub>	250	16,6	} 13,2
C <sub>3</sub>	"	9,8	
K <sub>4</sub>	200	13,4	} 10,9
A <sub>5</sub>	"	11,6	
L <sub>5</sub>	"	10,6	
C <sub>4</sub>	"	7,8	} 12,0
A <sub>6</sub>	167	12,0	
K <sub>5</sub>	100	10,3	} 10,3
Alter: 59—63 Tage.			
M <sub>1</sub>	2000	18,0	} 18,5
M <sub>2</sub>	"	17,0	
N <sub>1</sub>	"	21,0	
N <sub>2</sub>	"	21,0	
N <sub>3</sub>	"	17,0	
O <sub>1</sub>	"	18,5	
P <sub>1</sub>	"	17,0	
M <sub>3</sub>	400	11,7	} 10,8
N <sub>4</sub>	"	10,1	
O <sub>2</sub>	"	10,5	
P <sub>2</sub>	"	10,5	
N <sub>5</sub>	222	7,5	} 7,9
M <sub>4</sub>	"	8,8	
O <sub>3</sub>	"	6,8	
P <sub>3</sub>	"	8,6	
M <sub>5</sub>	100	6,2	} 5,5
N <sub>6</sub>	"	6,2	
O <sub>4</sub>	"	4,6	
P <sub>4</sub>	"	5,0	

Mit Hilfe dieser Tabellen lassen sich nun einige Curven construiren, welche den Einfluss des Wasservolumens auf das Längenwachsthum der Thiere (bei sonst nahezu gleichen Bedingungen) aufs Deutlichste zu erkennen geben, und die Richtigkeit der oben gemachten Folgerung beweisen: dass nemlich ein *Lymnaeus* ebensolang wird, ob er nun vereinzelt oder in Gesellschaft lebt, wenn er nur die gleiche Quantität Wasser erhält.

In der Curventafel I sind 6 verschiedene Volum-Curven eingezeichnet, von denen jede mit den Buchstaben bezeichnet ist, welche in der Tabelle III über alle Einzelheiten der Versuche Aufklärung geben. Die erste Reihe (A + B + C) stimmt ziemlich gut mit der zweiten (K<sub>1</sub> + L) überein. In beiden Fällen wurden die Versuche unter möglichst gleichen Bedingungen in den Arbeitsräumen des Instituts angestellt; bei beiden war das am Abschluss derselben erreichte Alter der Schnecken das gleiche (63—64 Tage). Die geringe Differenz der Mittel mag in doppelter Ursache ihren Grund haben, nemlich einmal in der wahrscheinlich etwas geringeren Temperatur vom 7. Juli bis 8. Septbr. der zweiten Reihe, gegenüber der ersten vom 18. Mai bis 21. Juli, andererseits wohl auch darin, dass die Individuen der zweiten Reihe 7 Tage alt wurden, ehe ich sie von einander trennen konnte. Nichts desto weniger sind, abgesehen von den im Anfang eingetretenen starken Knickungen der Curve (A B C) die Differenzen so gering, dass beide als nahezu übereinstimmend angesehen werden können. Aus der Tabelle aber ersieht man, dass die Werthe der Schalenlänge, wie sie für bestimmte Volumina des Wassers in doppelter Weise gewonnen wurden, recht gut übereinstimmen. Beispielsweise sind die 3 Längen, wie sie dem Volumen von 1000 Cc. Wasser (bei 64 Tagen Alter) entsprechen, nur um 2 Mm. in den Extremen verschieden, obgleich im Gefässe L<sub>1</sub> 2 Individuen sich in 2000 Cc. Wasser theilen mussten, während in A<sub>1</sub> und K<sub>2</sub> je 1 Individuum für sich in 1000 Cc. Wasser gelebt hatte. Grösser sind die Unterschiede für die Länge, die dem Volum von 500 Cc. entspricht; aber doch bleibt die Amplitude zwischen den Extremen (5,7) immer noch ziemlich unter dem Unterschied (6,4) zwischen den Mitteln für 500 und 1000 Cc. Wasser. Es ist also für die Bestimmung des Volum-Einflusses wohl gleichgültig, ob man (bei gleicher Dauer des Wachsthum) sich mehrere Individuen in eine bestimmte Menge Wasser theilen lässt, oder jedem einzelnen die ihm danach zukommende Wassermenge für sich allein gibt.

Die Curven M N und O P wurden gewonnen durch Versuche, welche im chemischen Laboratorium in einem Zimmer angestellt wurden, welches durch seine Lage eine gleichmässigeren, aber nur 2—3 Grad

156 SEMPER: Ueb. d. Wachstums-Bedingungen des *Lymnaeus stagnalis*.

niedrigere Temperatur hatte, als die Arbeitsräume im zoologisch-zootomischen Institut. Beide Curven stimmen, wie man sieht, sehr gut überein, ihre Abweichung von den zuerst besprochenen wird gewiss durch die geringere Temperatur hervorgerufen worden sein. Dies wird bestätigt, wenn man auch noch die Curven E 1871 und S u. T 1872 zur Vergleichung heranzieht; denn beide sind zwar in den Arbeitszimmern des zoologischen Instituts, also in durchschnittlich wärmeren Räumen, aber doch in einer Jahreszeit (September — October) angestellt, zu welcher die Temperatur bereits erheblich niedriger, als die der Monate Juli — September gewesen sein muss.

Die beiden Curven S + T und U + V zeigen Abweichungen von der gewöhnlichen im Allgemeinen fortwährend ansteigenden Volum-Curve, welche näher besprochen werden müssen. Die erste geht, wie ein Blick auf Taf. I. u. III. lehrt, von 120—500 Cc. Wasservolumen rasch steigend bis zu dem Maximum von 13,3 Mm. für 500 Cc., fällt dann aber langsam wieder ab bis zu dem zweiten Minimum von 9,0 Mm. für 2000—4000 Cc. Die zweite Curve (U + V) beginnt bei 500 Cc. mit dem Maximum von 7,0 Mm. und fällt ab bis zu 2,8 Mm. bei 2000 Cc. Das Alter der Individuen der ersten Curve war im Mittel 29 Tage, das der zweiten 25 Tage; sie stammten alle von demselben Eihaufen ab. Die geringe Differenz von 4 Tagen mittleren Alters erklärt die bedeutende Verschiedenheit in den absoluten Grössen beider Curven nicht vollständig; aber wohl wird sie erklärlich, wenn man bedenkt, dass ich zu den Versuchsindividuen der Curve S + T Thiere nahm, welche, obgleich von einer Mutter stammend, doch gleich von Anfang des Versuchs an um etwa  $1\frac{1}{2}$ —2 Mm. länger waren, als die Exemplare, die zur Feststellung der zweiten Curve benützt wurden. Dies beweist eine bedeutende anfängliche Verschiedenheit in der Wachstumsintensität der Individuen beider Reihen, so dass es uns nicht Wunder nehmen kann, wenn die Maxima beider Curven so erheblich, nemlich um 6 Mm., auseinander liegen.

Auffallend und allen bisher gewonnenen Resultaten scheinbar widersprechend bleibt aber das Absteigen dieser beiden Curven vom Maximum (bei 500 Cc.) an. Weiter oben hatte ich doch aus den früher mitgetheilten Beobachtungen das Resultat gezogen, dass das Maximum des Volum-Einflusses etwa zwischen 2000 und 4000 Cc. Wasser liegen sollte; hier ist ein solches schon bei 500 Cc. zu bemerken. Die Erklärung hierfür scheint mir jedoch sehr einfach; wobei freilich zu bemerken ist, dass die Sicherstellung dieser Erklärungsweise nur durch zu dem Zweck besonders anzustellende Experimente geliefert werden kann.

Wenn man bedenkt, dass die Mittel-Temperaturen des Meteorologen wohl für diesen einen gewissen Werth haben können, aber absolut werthlos sind für die Bestimmung des Antheils, welchen die Temperatur und ihre Schwankungen an dem Wachsthum der Pflanzen und Thiere haben; wenn man erwägt, dass gewisse Lebensthätigkeiten in günstigster Weise immer nur bei einem gewissen Temperaturgrad vor sich gehen, welcher erreicht werden muss, aber auch nicht erheblich überschritten werden darf; so folgt daraus, dass jedes Thier in seinem Wachsthum gehindert werden muss, welches diesem Optimum der Temperatureinwirkung nicht ausgesetzt wird. Nun war aber im September gerade in den Wochen des stärksten Wachstumsbedürfnisses der jungen *Lymnaeen* eine ganz erhebliche Erkältung unserer Atmosphäre eingetreten. Eine Erwärmung des Wassers bis zu dem Grade, welcher annähernd als Optimum anzusehen ist, konnte nur durch die directen, bei diesen Versuchen auch noch durch weisse Fenstervorhänge gemilderten Sonnenstrahlen bewirkt werden. Die vollständige Erwärmung bis zu diesem Punkte wird nun wohl nur in jenen Gläsern vor sich gegangen sein, welche 500 Cc. Wasser oder weniger enthielten, so dass die Curve  $S + T$  im Anfang durchaus normal ansteigen musste. Aber alle Wassermengen über 500 Cc. hinaus wurden, da die Sonne in der zweiten Hälfte des September überhaupt nur kurze Zeit die Versuchsfenster beschien, gewiss nicht bis zu diesem Optimum erwärmt; und so erklärt sich die absteigende Curve einfach dadurch, dass mit zunehmendem Wasservolum dieses letztere immer weniger bis zu dem Temperaturgrad erwärmt werden konnte, der nöthig war, um den Einfluss des Volumens ungeschmälert, wie in den anderen Experimenten, zur Geltung kommen zu lassen.

Leider versäumte ich, da ich bei Beginn des Experiments auf so bedeutende Einwirkung der erniedrigten aber doch immer noch über  $10^0$  Reaum. hohen Temperatur nicht gefasst war, die Wärme der einzelnen Versuchsgläser Tag für Tag zu bestimmen, so dass ich die hier versuchte Erklärung eben nur als eine Hypothese geben kann. Späteren Versuchen muss ich es vorbehalten, auch Temperaturcurven festzustellen, durch welche allein es gelingen kann, den Antheil am Wachsthum der Thiere zu bestimmen, welchen die Wärmeschwankungen überhaupt und ganz besonders in so extremen Fällen haben können, wie sie hier in den beiden Curven ( $S + T$ ) und ( $U + V$ ) vorliegen.

In dieser Richtung habe ich bisher nur ein einziges Experiment an- gestellt, das ich hier, so unvollständig es auch ist, doch mittheilen will,

Einfluss  
Kälte

da ich mich eben bereits darauf bezogen habe und da es nach anderer Richtung hin auch von Interesse ist. Zur Bestimmung des ausschliesslichen Einflusses der Reservennährstoffe auf das Wachsen der jungen Lymnaeen hatte ich mehrere Gläser mit 700 Cc. Wasser und je 2 Thieren ganz ohne Nahrung angesetzt. In eines dieser Gläser hatten sich zufällig einige Algensporen verirrt, welche keimten und allmählig einen ganz dünnen Ueberzug des Bodens und einiger kleiner Stellen am Glase von Grünalgen erzeugten. Diese ausserordentlich geringe und noch dazu von den Thieren schwer auffindbare Nahrung genügte, dieselben ziemlich rasch wachsen zu lassen, während die andern ganz ohne Nahrung erzogenen nach Erreichung ihrer durch die Reservennährstoffe bedingten Maximallänge durchaus stationär blieben durch Wochen hindurch. Jenen beiden Individuen gab ich später frisches Futter (*Elodea canadensis*), aber in sehr geringer Menge. Trotzdem wuchsen sie ziemlich, wenn auch nicht ganz so rasch, als es nach dem ihnen zukommenden Volum des Wassers, nach dem Alter etc. möglich war, d. h. im Anfang; denn in dem Masse, wie sich die mittlere Temperatur des Raumes erniedrigte, sank auch ihre Wachstumsschnelligkeit. Ich stelle die bisherigen Messungen der noch jetzt lebenden Thiere hier in einer Tabelle zusammen.

Datum u. Alter	7. Juli 1	13. Juli 6	18. Juli 11	5. Sept. 60	13. Sept. 68	25. Sept. 80	Tage.
Grösse	11½	4	5	8,5	9,5	11,5	
Temp. Fahrenh.						60	
	6	5	49	8	12	9	

Datum u. Alter	4. Oct. 89	4. Nov. 120	12. Nov. 128	29. Nov. 145	7. Jan. 189	Tage.
Grösse	13,0	15,0	15,3	15,6	16,1	
Temp.	60	55	52	47	43	
	9	31	8	17	44	

Am 5. Sept. wurde frisches Futter gegeben; bis dahin hatten sie sich nur von Conferven ernährt.

Nun ist allerdings nicht ganz sicher, ob die mit der allmöglichen Erniedrigung der Temperatur gleichzeitig stattfindende Abnahme der normalen Wachstumszunahme allein abhängt von jener; denn da nach den gleich zu besprechenden Zeiteurven die Wachstumszunahme bereits im 3ten Monat (bei günstiger Temperatur) sehr gering ist, so kann vielleicht der Umstand, dass die hier besprochenen 2 Individuen jetzt schon 6 Monate alt sind, mit eingewirkt haben. Ebenso wird wohl auch die chemische Zusammensetzung des Wassers, welches nie gewechselt worden ist, von Einfluss gewesen sein. Es ist also auch hier bei etwa zu versuchender Bestimmung (der dem Nahrungsquantum entsprechenden Grössenzunahme die bisherige Feststellung von Temperaturcurven nothwendig, da sonst leicht bei den über viele Monate nothwendig sich ausdehnenden Versuchen die durch Nahrung allein bedingten Wachstumsunterschiede durch den Temperatureinfluss gänzlich verdeckt werden könnten.

Ich habe nun noch zuletzt die Zeiteurven des Wachstums für verschiedene Mengen Wassers zu besprechen, die ich in der Curventafel IV mitgetheilt habe. Die einzelnen Masse für dieselben wurden in folgender Weise gewonnen. Bei den Versuchen A, B, C, G — und den anderen hier aber nicht berücksichtigten — suchte ich an den lebenden Thieren durch das Glas hindurch in regelmässigen Zeitintervallen von 3 zu 3 Tagen die Längen der Schalen zu messen. Dies wird natürlich sehr schwer, ja mitunter unmöglich, namentlich solange das Thier noch klein ist, da es sich dann äusserst leicht den Blicken entzieht; kriecht es aber am Glase, so ist bei den von mir angewandten runden Gefässen eine genaue Messung nur schwer möglich; selbst nicht einmal mit einem biegsamen, an das Glas aussen angelegten Glimmermassstab. Häufig sass ich stundenlang vergebens vor dem Glase, darauf wartend, dass ein lange nicht mehr gemessenes Individuum sich mir in günstiger Lage bieten sollte. In regelmässigen Zeitintervallen systematisch wiederholte Messungen sind also auf solche Weise unmöglich; und die so gemachten unregelmässigen können nicht exact sein, da die Fehlerquellen der Messmethode selbst anhaften. Obgleich ich dies sehr bald erkannte, so setzte ich doch das Messen durch das Glas hindurch fort, da mir der Raum fehlte, gleichzeitig mit den begonnenen und schon durch Wochen hindurch fortgeführten Experimenten noch andere anzustellen, um eine genaue Zeiteurve des Wachstums für bestimmte Volumina Wasser zu erhalten. Die Thiere jedesmal aus dem Wasser zu nehmen und zu messen, war wenigstens so

Weniger  
für L  
Cun

lange unthunlich, als sie nicht schon eine bedeutende Grösse erreicht hatten; denn ich wusste aus Erfahrung, dass namentlich die ganz jungen Thiere selbst unbedeutende Störungen nur schwer ertragen. Eine wirklich genaue Zeitcurve ist also auch nur auf folgendem, später versuchten, Wege zu gewinnen: in zahlreichen Gläsern je ein Individuum desselben Eihaufens in gleichen Mengen Wassers zu erziehen und etwa alle 5 Tage mehrere Thiere herauszunehmen, zu trocknen und zu messen. Damit aber eine solche Messmethode genaue Resultate gäbe, müsste die Zahl der Versuchsgläser sehr gross sein; und da mir der ohnehin beschränkte Raum durch die bereits angesetzten Experimente noch mehr eingeengt worden war, so beschloss ich, diese Art der Herstellung einer Zeitcurve später zu versuchen. Im September d. Js. setzte ich etwa 80 Gläser zu dem Zweck an, um alle 5 Tage je 5 Individuen direct an der Schale messen zu können durch 80 Tage hindurch. Leider starben fast alle Exemplare in Folge der Mitte September eingetretenen abnormen Kälte; die wenigen übrig gebliebenen warf ich auch weg, da sie zu gering an Zahl waren, um auch nur einigermaßen genügende Resultate geben zu können.

Da jedoch die erste Messmethode doch Curven geliefert hat, welche nach den im Obigen mitgetheilten Volumcurven trotz der bedeutenden Fehlerquellen nicht sehr unrichtig sein können, so theile ich diese Curven in Ermangelung von besseren hier mit. Wenn man in Tafel IV die Abstände der für verschiedene Volumina geltenden Curven in den verschiedenen Zeitabständen vergleicht; so sieht man, dass sie ziemlich gut mit den Volum-Curven übereinstimmen. Aus Tafel I sieht man z. B. dass einem Wasservolum von 500 Cc. in 30 Tagen (Curve S + T) die Länge von 13,3 Mm., in 64 Tagen (Curve A + B + C) die von 16,0 Mm. entspricht; nach der Zeitcurve in Tafel IV (Versuche B) haben die 3 Individuen, welche sich in 1500 Cc. Wasser theilten, deren jedes also 500 Cc. erhielt, in 30 Tagen die mittlere Länge von 12,0, in 64 Tagen die von 18,0 erreicht. Die geringen Differenzen zwischen diesen und den obigen fallen aber überhaupt zwischen die Grenzen individueller Schwankungen, ganz abgesehen davon, dass die Messmethode eine recht ungenaue war. Trotz derselben ist also doch die Uebereinstimmung zwischen beiden Curven eine recht gute. Man darf dabei nicht vergessen, dass die Zeitcurven hergestellt wurden durch immer wiederholtes Messen derselben Individuen.

Instructiver, als die einzelnen hier mitgetheilten Curven wären mittlere Zeitcurven gewesen. Da jedoch die Thiere in verschiedenem Wasservolum erzogen wurden, so war eine Zusammenziehung der 4 einzelnen

Curven nicht möglich. Dennoch lassen sich auch so schon einige Resultate von allgemeiner Bedeutung diesen Curven entnehmen.

*Es geht erstlich aus ihnen hervor, dass die grösste Schnelligkeit des Wachstums etwa in der vierten Woche nach dem Auskriechen aus dem Ei eintritt, und zweitens dass nach der siebenten Woche diese Wachstumsschnelligkeit ziemlich rasch wieder abnimmt. Diese Verminderung in der Raschheit des Wachsens kann nicht etwa auf Rechnung verminderter Wärme gesetzt werden, da die Versuche A, B, C im Monat Juli beendet wurden, in welchem es hier bedeutend wärmer ist, als im Juni und ebensowenig auf Rechnung einer zu hohen Temperatursteigerung, da eine solche, die hätte schädlich wirken können, überhaupt nicht stattgefunden hat.*

*Es lässt sich ferner aus diesen Curven, in Uebereinstimmung mit den Volum-Curven, der Schluss ziehen, dass bei ganz geringem Wasservolum die 3 Perioden des ersten langsamen, des zweiten schnellen und dann wieder des langsamen Wachstums gänzlich verwischt werden; und aus den Volum-Curven allein scheint zu folgen, dass das Maximum des günstigen Volumeinflusses ungefähr zwischen 2000 und 4000 Cc. Wasser pro Individuum liegt.*

Verschiedenheiten im Wachstum der Individuen können, wie schon oben angedeutet, in sehr verschiedener Weise hervorgebracht werden. Alle Ursachen lassen sich in zwei Kategorien bringen, nemlich

- 1) in solche, welche durch ihre Anwesenheit (im Optimum des günstigen Einflusses) das Wachstum befördern, durch ihre Abwesenheit hindernd einwirken;
- 2) in solche, welche umgekehrt durch ihre Anwesenheit schaden, im andern Fall also indirect nützen.

In die erste Gruppe gehören Futter, atmosphärische Luft und Wärme, vielleicht auch, aber gewiss erst in zweiter Linie, Licht und Bewegung.

Bei den hier mitgetheilten Experimenten war überall der hindernde Einfluss zu geringen oder zu schwer zu erreichenden Futters dadurch vollständig ausgeschlossen, dass ein enormes Uebermass daran gegeben wurde. Wäre die natürlich nie ganz gleich zu haltende Futtermenge von irgend einem erheblichen Einfluss gewesen, so würde dadurch die Regelmässigkeit der Curven und die Uebereinstimmung der Zeit- und Volum-Curven gestört worden sein. *Es hängt also auch in den von mir angestellten Experimenten das Zurückbleiben der in kleinerem Volum Wasser*

lebenden Thiere nicht davon ab, dass in diesem nur unzureichende Mengen Futters vorhanden waren.

Der Einfluss der Wärmeschwankungen spricht sich in den Curven deutlich aus; aber ebenso deutlich ersicht man aus jenen Volum-Curven, welche mit den im zoologischen Institut angestellten Experimenten constrüirt wurden, dass geringe Wärmeschwankungen einen viel geringeren Einfluss auf das Wachstum der *Lymnaeen* haben, als das Volum des Wassers, wenn jene Schwankungen in der Nähe des mutmasslich zwischen  $15-20^{\circ}$  R. liegenden Optimum's der Wärme stattfinden. Wird jedoch nur eine Temperatur, welche dem Nullpunct der Wärmeeinwirkung nahe liegt, erreicht, so kann durch den hinderlichen Wärmemangel sogar die für das sich vergrössernde Volum des Wassers ansteigende Curve in eine absteigende verwandelt werden. Der Einfluss der Wärme ist also nicht, wie der des Futters einfach zu beseitigen; sondern es müssen, um vergleichbare Wachstums-Curven herzustellen, auch noch Wärmecurven ermittelt werden behufs Feststellung von Correctionen. Dass das Zurückbleiben gesellig oder in geringem Wasservolum lebender Thiere nicht auf Mangel oder Ueberfluss an Sauerstoff im Wasser geschoben werden kann, geht, wie schon oben bemerkt, aus der Ueberlegung hervor, dass die Futterpflanze, die *Elodea canadensis*, gewiss mehr als genügend Sauerstoff abgeseondert hat. Auch an der Oberfläche des Wassers wird aus demselben Grunde gewiss immer genügend Sauerstoff gewesen sein, so dass auch die hier aufgenommene Luft nicht ungünstig hätte wirken können. Wäre die Athmungsoberfläche die Ursache des Volumeinflusses in der Weise, dass die Thiere bei kleinerer Oberfläche auch weniger Luft zu athmen bekämen, so würde dies in den Zählen der Tab. III zu erkennen sein; statt dessen aber zeigt sich, dass die Differenzen der Längen bei gleichem Wasservolum sich nicht in eine den Oberflächendifferenzen irgendwie parallele gehende Reihe ordnen lassen. So entspricht z. B. bei 500 Cc. und 56 bis 64 Tagen Alter ( $L_2, C_2, B_2, A_2$ )

der Oberfläche 3,7	eine Länge von 17,0
4,9	15,0 (corrigirt nach der Zeitcurve)
5,6	18,2.

Da bei allen Versuchen das Licht annähernd das gleiche blieb, so kann dieses auch nicht von Einfluss gewesen sein. Damit will ich natürlich die Möglichkeit irgend eines Einflusses desselben nicht läugnen.

Ebensowenig kann es endlich mangelnde Bewegung gewesen sein, welche jenen Volum-Einfluss erzeugte. Natürlich bedürfen diese Thiere so gut, wie alle andern, eines gewissen Quantum's täglicher Bewegung.

Diese kann in doppelter Weise verhindert werden, einmal durch individuelle, dann durch äussere Ursachen. Wenn jene einwirkten, so können sie unmöglich bedeutend gewesen sein, weil durch sie sonst die Regelmässigkeit der Curven hätte gestört werden müssen. Aeusserer rein mechanisch störende Ursachen könnten darin gesucht werden, dass sich die Thiere die Oberfläche des Wassers oder die Masse desselben streitig machten; aber mit grösster Unwahrscheinlichkeit. Dass die Thiere sich an der Oberfläche nicht weiter erheblich stören, ersieht man daraus, dass Lymnaeen gleiches Alter in gleichem Wasservolum die gleiche Grösse erreichen — innerhalb der Grenzen der Curven — trotz bedeutender Unterschiede in der jedem Thier zukommenden Bewegungsoberfläche. Dass endlich im Innern des Wassers die Befriedigung des Bewegungsbedürfnisses nicht etwa durch die andern mit ihnen zusammen lebenden Thiere gehindert wird, beweist die Thatsache, dass in manchen der Gläser 1—2 selbst 3 Tritonenlarven aufwuchsen, ohne im Mindesten das Wachsthum der Schnecken zu beeinträchtigen. Um so weniger ist also auch anzunehmen, dass die apathischen stundenlang auf demselben Fleck sitzenden Lymnaeen sich gegenseitig erheblich stören werden.

In die zweite Gruppe der bei ihrer Anwesenheit schädlichen Einflüsse gehören, so weit sich absehen lässt, nur schädliche Gase oder Schleimabsonderungen der Thiere selbst, abgesehen natürlich von dem eben schon besprochenen störenden Einfluss durch andere Thiere oder auch durch Strömungen etc. (s. oben). Was zunächst die schädlichen Gase betrifft, so könnten es die vom Thier ausgehauchte Kohlensäure und die sich aus dem am Glasboden liegenden Koth entwickelnden Gase sein, welche unter Umständen schädlich auf das Wachsthum der jungen Thiere wirken. Bei der sehr grossen Menge von in den Versuchsgläsern wachsenden Pflanzen kann jedoch die vom Thier (und den Pflanzen) ausgehauchte Kohlensäure keinen schädlichen Einfluss geübt haben, da sie sicher gleich wieder durch die Pflanzen zersetzt wurde. Die aus dem Koth sich entwickelnden Gase werden sich natürlich gleichmässig im Wasser vertheilt haben. Ihre Menge hängt von der Quantität des Kothes ab, dieser wieder von der Grösse des Thieres; aber das Längenwachsthum nimmt nur in arithmetischem, das Volum und somit auch die Kothproduction in geometrischem Verhältnisse zu. Natürlich werden im Anfang 20 kleine Individuen im gleichen Volum Wasser erzogen, wie ein eben so kleines isolirtes Thier, mehr schädliche Gase liefern, als dieses, also dadurch auch mehr gehindert werden. Die Raschheit des Wachstums des isolirten Thieres ist aber so gross, dass es sehr bald ebensoviel und bedeutend mehr Koth liefert, als jene zusammengenommen und es müsste hiernach

die Zeitcurve (s. Tafel IV) sich viel früher als dies geschieht — schon etwa in der 3ten bis 4ten Woche, wo doch erst das rasche Wachstum beginnt —, der Horizontalen nähern. Dazu kommt ferner, dass die Lymnaeen überhaupt, soweit ich aus einigen wenigen bis jetzt angestellten Versuchen schliessen darf, gar nicht so sehr empfindlich gegen Gase, selbst nicht einmal gegen Kohlensäure sind, als es der Fall sein müsste, wenn der eigenthümliche Volumeinfluss des Wassers ausschliesslich durch die demselben beigemischten Gase bedingt würde. Selbst in stinkendem ganz trübem Wasser leben die Lymnaeen ganz munter fort, wachsen und legen Eier; in meinen Versuchen aber blieb das Wasser ausnahmslos klar und gänzlich frei von Geruch. — Ganz das Gleiche gilt nun natürlich auch von dem durch die Thiere abgesonderten Schleim; vorausgesetzt, dass er überhaupt schädlich zu wirken vermöchte, müsste sich seine Wirksamkeit sehr bald bei den rasch gross gewordenen Lymnaeen ebenso stark und stärker geäussert haben, als bei den klein gebliebenen. Dies war aber nicht der Fall, wie die Zeitcurven zeigen.

Trotzdem es mir hiernach im höchsten Grade unwahrscheinlich dünkt, dass der Volumeinfluss des Wassers bedingt sei durch den Schleim und die Kothgase, so bin ich doch bis jetzt leider nicht im Stande, ihre Bedeutungslosigkeit durch ein schlagendes Experiment nachzuweisen. Auch könnte man, und gewiss nicht ohne Berechtigung, einwenden, dass gerade der schädliche Einfluss in den ersten Wochen zur Geltung käme, aber nicht mehr bei einer gewissen Grösse des Thieres; mit anderen Worten, dass eine starke Zunahme schädlicher Gase nicht in durchaus proportional zunehmender Weise auf die wachsenden Thiere einwirken, sondern vielleicht immer unschädlicher werden müsste. Diesen Punct schon in diesem Jahre näher zu untersuchen, hinderten mich leider mangelnde Zeit und ungünstiger Raum. Das Versäumte nachzuholen, soll jedoch im nächsten Jahre meine erste Sorge sein.

Da ich nun vorläufig solchen Einfluss schädlicher Gase oder Schleimabsonderung, weder überhaupt, noch mit Bezug auf den zuletzt hervorgehobenen Punct ihres möglicherweise in verschiedenen Lebensaltern ungleich starken Einwirkens, zurückzuweisen vermag, so halte ich es zunächst auch für überflüssig, hier eine Hypothese zu discutiren, die ich in meinem vorläufigen Bericht über diese Experimente (Verhandl. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg 1872) aufgestellt habe: dass es nemlich vielleicht ein im Wasser in geringer Menge vorhandenes Salz sei, welches durch die bestimmte Proportion, in welcher es bei den Versuchen vom Thier aufgenommen werden konnte oder musste, in entsprechender Weise auch die Assimilation der reichlichen aus der Pflanze gezogenen Nahrungs-

mittel beeinflusste. Immerhin schien es mir nicht ohne Interesse, die bisherigen Resultate zu publiciren, obgleich die eigentlich wirkende Ursache noch nicht erkannt wurde. Auch glaubte ich damit um so weniger warten zu sollen, als ich bereits auf der British Association in Brighton im August 1872 einen kurzen Auszug meiner Beobachtungen dem gelehrten Publicum Englands mitgetheilt habe, und als sich einige nicht unwichtige Folgerungen oder Fragen auch so schon an die erhaltenen Resultate anknüpfen lassen.

Als, wie mir scheint, hinlänglich festgestelltes Resultat aus den hier mitgetheilten Experimenten folgt nun zunächst dieser eine Satz

„Das Wachstum d. h. die Assimilation fester stoffbildender Nahrungstheile hängt nicht bloß von Menge und Qualität der Nahrung, der Temperatur, dem Sauerstoff des Wassers und der Luft ab, sondern auch noch von einem andern bis jetzt unbekanntem Stoff im Wasser, ohne dessen Anwesenheit die andern Wachstumsbedingungen, wenn auch in günstigster Weise vorhanden, keinen Wachstumseinfluss äussern können.“

Aus den Volum-Curven ergab sich ferner mit bedeutender Wahrscheinlichkeit:

„dass das Maximum des, aus einer unbekanntem Ursache entspringenden Volum-Einflusses eintritt bei einer jedem einzelnen Individuum zukommenden Wassermenge von ungefähr 2--4000 Cc. bei mittlerer Sommertemperatur.“

Aus den Zeitcurven ersieht man

„dass (bei sonst im Optimum wirkenden äusseren Lebensbedingungen) das Wachstum der jungen *Lymnaeen* zuerst bis ungefähr zur dritten Woche ganz langsam, dann aber bis zur 7ten oder 8ten Woche sehr rasch ansteigt, um von da an wieder mehr und mehr abzunehmen.“

Da jedoch bei Herstellung dieser Zeitcurven der Einfluss der mit der Jahreszeit sich ändernden Temperatur nicht auszuschliessen war, so müssen sie natürlich durch denselben etwas modificirt worden sein. Wenn sich im Spätsommer oder im Herbst die Temperatur dem Minimum, welches überhaupt den *Lymnaeen* noch das Wachstum gestattet, nähert, so kann unter Umständen (s. Tafel I.) die Volum-Curve gänzlich umgekehrt, die Zeitcurve viel früher, als sonst, der Horizontalen genähert wer-

den. Eine allerdings zunächst nicht durch schlagende Versuche zu belegende Ueberlegung machte es endlich äusserst wahrscheinlich

„dass der das Wachstum hindernde Einfluss des kleineren Volumens nicht auf der Einwirkung von grösserem Procentgehalt an Thierschleim oder Koth beruhen kann.“

Für die Deutung der in der freien Natur beobachteten Variationen in der Grösse der Schalen von *Lymnaeus* lassen sich ebenfalls schon einige Anhaltspuncte aus meinen Beobachtungen gewinnen.

Die verschiedene Resistenzfähigkeit der jungen Thiere gegen selbst sehr schwache Strömungen im Wasser zeigt, dass unter Umständen Tümpel, Teiche oder Bäche gänzlich frei von diesen Thieren sein müssen, wo sonst doch die Lebensbedingungen äusserst günstig zu sein schienen. Wenn nemlich heftige Strömungen regelmässig auftreten zu der Brutzeit der *Lymnaeen*, so werden die jungen von einem zufällig an den Ort gelangten Thier hervorgebrachten Jungen zu Grunde gehen müssen. Ueberhaupt wird der *Lymnaeus stagnalis* sich in Masse nur da aufhalten und vermehren können, wo nahezu ruhiges Wasser vorhanden ist; in schwach fliessenden Bächen wird die Häufigkeit der Thiere nicht von ihrer Vermehrung an Ort und Stelle, sondern von einer Einwanderung schon ziemlich grosser Individuen abhängen. — Sollte nicht auch die durch *Kobelt* angeführte Thatsache (*Malakozoologische Blätter* Bd. 18. 1871 p. 112), dass der *Lymnaeus stagnalis* vorzugsweise die Ebene liebt, durch denselben Einfluss hervorgerufen worden sein?

Das Minimum der dem Wachstum nach günstigen Wärme liegt ziemlich hoch; denn schon bei ungefähr  $10-11^{\circ}$  R. ist das Wachstum für 3—4 Wochen so gross, wie bei dem Optimum der Temperatur in 1—2 Tagen, nemlich 0,6 Mm. Bäche und Seen, deren Wärme gleichmässig auf so niedrigem Temperaturgrade erhalten bleibt (z. B. etwa durch Gletscherbäche), werden also nur kleine *Lymnaeen* hervorbringen können, ohne dass die übrigen Lebensbedingungen irgendwie ungünstig zu sein brauchten.

In Teichen oder Seen ohne Abfluss aber mit beständigem Zufluss wird die Vermehrung der Anzahl grosser *Lymnaeen* erheblich weiter gehen können, als da, wo durch Versiegen der Zuflüsse (s. *Kobelt* l. c. pg. 114) das Wasservolum früher abnimmt, als die Thiere ihre definitive Jahresgrösse erlangt haben. Aber auch im ersten Falle kann die Menge der Individuen so gross werden, dass durch den Volumeinfluss allmählig eine Zwergrace entsteht.

Aus der Thatsache, dass in meinen Aquarien die Geschlechtstheile regelmässig von Trematodenammen aufgezehrt wurden, die Thiere also wohl

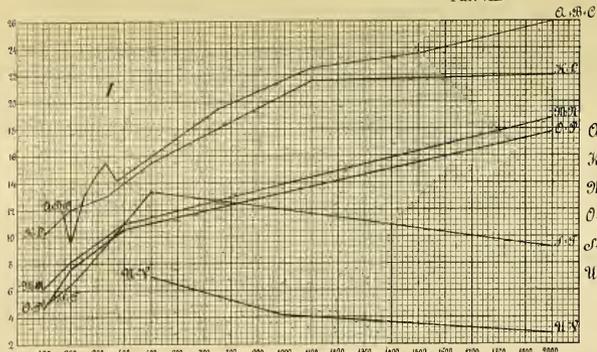
wachsen, aber nicht sich fortpflanzen konnten, lässt sich folgern, dass wohl auch gewisse Varietäten einem analogen Umstande ihren Ursprung verdanken mögen. Unter der Voraussetzung (für die ich übrigens einige Anhaltspuncte habe) nemlich, dass durch die Anwesenheit der Parasiten auch die gesammte Ernährung und so indirect auch das Wachstum und die Form der Schale mehr oder minder verändert wird, würden alle einwandernden jungen Thiere diese veränderte Form annehmen müssen. Es würde dann sogar der Anschein entstehen, als habe man es hier mit einer erblichen Local-Varietät zu thun; während sie doch nur durch den constanten Einfluss der Parasiten auf das Wachstum in einem bestimmten Lebensalter beruhte. Ich habe diess hauptsächlich angeführt, um zu zeigen, dass aus der Constanz einer Form an einem bestimmten Ort durchaus noch nicht auf eine wirklich stattfindende Vererbung dieser constanten Form geschlossen werden darf; eine bestimmte Gestalt der Schale als eine erblich gewordene zu bezeichnen, müsste man nachweisen, dass die Ursachen, welche sie bedingten, weggefallen sind. Wenn z. B. in einem kalten oder kleinen Teiche immer nur kleine Individuen, im zweiten Fall in grösster Menge vorkommen, so würde diese Kleinheit der Schale erst dann als ein erblich gewordener Character bezeichnet werden können, wenn sich die Temperatur erhöht (im zweiten Fall) oder die Zahl der Individuen vermindert hätte, so dass dann der Volumeinfluss wieder bis zu seinem Maximum hätte steigen können; trotzdem aber doch, bei hoher Temperatur und günstigstem Volumeinfluss, die *Lymnaeen* ihre Kleinheit fortwährend beibehielten.

Diese Bemerkungen mögen einstweilen genügen, um einige der verschiedenen Richtungen zu bezeichnen, nach welchen hin die hier mitgetheilten Wachstumsversuche von Interesse werden können.

Wiederum ist zu bemerken, dass die hier mitgetheilten Versuche nur einen Theil der Untersuchungen darstellen, welche über das Wachstum der *Lymnaea stagnalis* angestellt sind. Die vollständigen Resultate dieser Untersuchungen werden in dem nächsten Bande dieser Zeitschrift veröffentlicht werden.

Wiederum ist zu bemerken, dass die hier mitgetheilten Versuche nur einen Theil der Untersuchungen darstellen, welche über das Wachstum der *Lymnaea stagnalis* angestellt sind. Die vollständigen Resultate dieser Untersuchungen werden in dem nächsten Bande dieser Zeitschrift veröffentlicht werden.

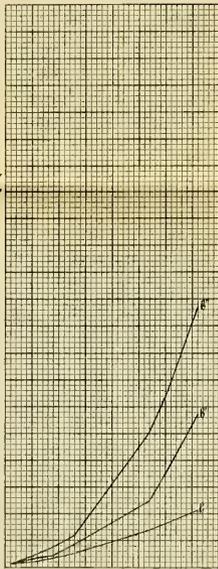
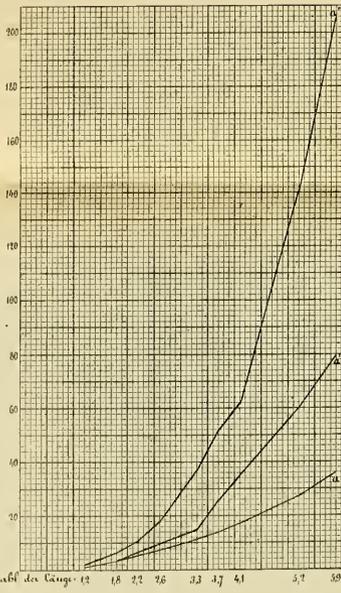




die sind CP  
die sind  
die sind  
2-3 ppm  
mehligen als  
O bei S

### Volumen-Curven

C.P.C. - 1872 - 1849 Mai 21; Juli - Aller 6 Tage  
 N.C. 1872 - 114; Juli - 8; Sept - Aller 56 (63) Tage  
 M.C. 1872 - 17; 19; Juli - 10; Sept - Aller 59 (65) Tage  
 O.P. 1872 - 4; 10; 4; Juli - 11; Sept - Aller 63 (68) Tage  
 N.V. 1872 - 11 - 15; Sept 12; 1 Oct Aller 27; 31 Tage  
 N.V. 1872 - 47; Sept. 12; 4 Oct. Aller 25 Tage



für die Experimente E 1872

a Curve für die Quadrate der Längen Verhältniszahl  
 a' " " " Verhältniszahl der Gewichte  
 a'' " " " Cuben der Längen Verhältniszahl

für die Experimente N, O, P 1872

b Curve für die Quadrate der Längen Verhältniszahl  
 b' " " " Verhältniszahl der Gewichte  
 b'' " " " Cuben der Längen Verhältniszahl

Verhältniszahl der Längen 1.2 1.6 2.2 2.6 3.3 3.7 4.1 5.7 5.0