

# Archiv für Molluskenkunde

der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft

Begründet von Prof. Dr. W. KOBELT

Weitergeführt von Dr. W. WENZ und Dr. F. HAAS

Herausgegeben von Dr. A. ZILCH

---

## Untersuchungen zur Biologie von *Pomatias elegans* (MÜLLER) und ihrer „Konkrementdrüse“. <sup>1)</sup>

VON ERNST F. KILIAN.

(Aus dem Zoologischen Institut der Technischen Hochschule Darmstadt.)

Mit 3 Abbildungen.

Da die bisherigen Untersuchungen über die „Konkrementdrüse“ und ihre Bakteriensymbiose bei *Pomatias elegans* (MÜLLER), über die BUCHNER (1930) einen eingehenden Überblick gibt, noch zu keiner völligen Klärung geführt haben, soll durch diese Arbeit ein weiterer Beitrag zu den hier offenstehenden Fragen geliefert werden. Es erschien mir wichtig, einen möglichst genauen Einblick in die Biologie dieses Tieres zu gewinnen.

Vielleicht ergeben sich von hier aus Anhaltspunkte, an denen weitere Bearbeitungen ansetzen müßten, um die Bedeutung der „Konkrementdrüse“ und ihrer Bakterien und die eigenartigen Stoffwechselforgänge bei *Pomatias* zu klären.

### I. Ökologische Untersuchungen.

*Pomatias* und ihr Lebensraum.

Das heutige Verbreitungsgebiet von *Pomatias elegans* sind die Länder rund um das Mittelmeer. Außerdem sind in Belgien, in Dänemark und in Deutschland noch einige unzusammenhängende Fundorte nachgewiesen.

Die zur Untersuchung gekommenen Tiere wurden in der Umgebung von Jugenheim an der Bergstraße gesammelt. Hier findet man sie an einem nach Westen offenen Waldrande unter Buchen und Eichen. In der lockeren Laubschicht des Bodens tritt die zierliche Schnecke so massenhaft auf, daß durchschnittlich 80 Tiere pro qm keine Seltenheit sind. Demgegenüber ist ihr Vorkommen unter freistehenden Hecken und in Kiefernbeständen weitaus geringer.

---

<sup>1)</sup> Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. W. E. ANKEL, danke ich für die Anregung zu dieser Arbeit und für seine ständige Unterstützung und Beratung.

BOUGON (1908) dagegen findet sie gerade im Moos und unter *Pinus silvestris*. Bei einem Vergleich mit den Angaben von LOGLISCI (1908) und anderer Bearbeiter, scheint mir weniger der Bodenbewuchs von Einfluß auf das Vorkommen von *Pomatias* zu sein, sofern nur genügend totes Laub anfällt, als die durch ihn bedingte physikalische und klimatische Beschaffenheit.

Mit *Pomatias* vergesellschaftet fand ich, wenn auch immer nur in wenigen Exemplaren, *Chilotrema lapicida*, *Monacha incarnata*, *Helicodonta obvoluta* und *Helix pomatia*.

Charakteristisch ist die große Anhäufung leerer Gehäuse, die mitunter die Hälfte der Bodenfläche bedecken. Diese Ansammlungen werden begünstigt durch das Massenvorkommen von *Pomatias* und die geringe Verwitterung der Schalen auf Kalkboden.

In unserem Beobachtungsgebiet scheint *Pomatias* keine speziellen Feinde zu haben.

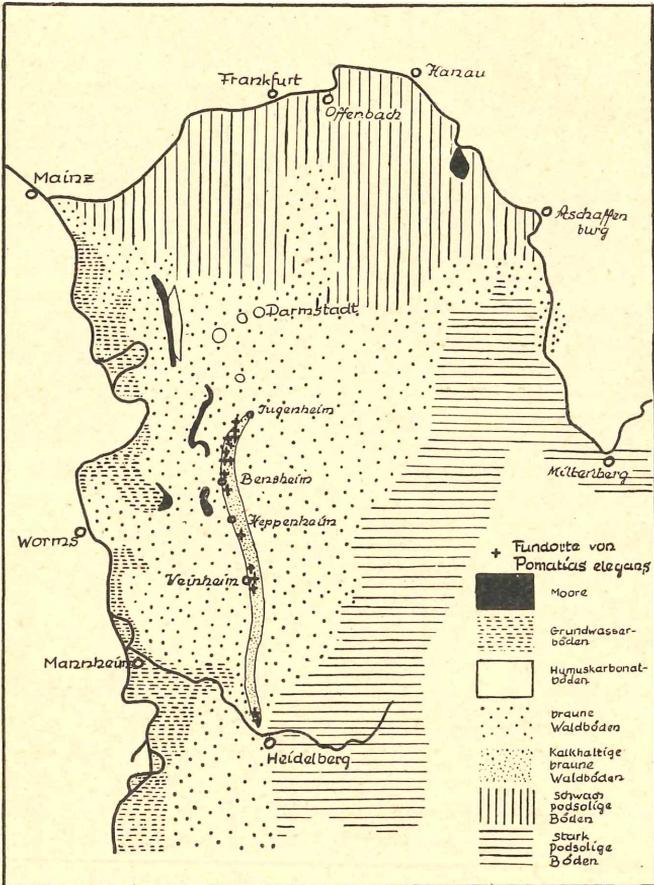


Abb. 1. Bodenformen und Verbreitung von *Pomatias elegans* MÜLL. im Bereich des Odenwaldes. (Unter Benutzung der Bodenkarte von Hessen 1 : 600 000 von W. SCHÖTTLER).

## Abhängigkeit vom Boden.

Das Vorkommen von *Pomatias* ist an der Bergstraße genau an das Gebiet des kalkhaltigen braunen Waldbodens gebunden, das sich als schmaler Streifen am Westrand des Odenwaldes vom Neckar nördlich Heidelberg bis Jugenheim erstreckt (Abb. 1). Nach LAIS (1943) gehört *Pomatias* zu den calcicolen Arten und wird von ihm als „Indikator“ für Kalkböden genannt. Er macht jedoch keine genauen Angaben über den Kalkgehalt der Böden seiner Fundorte. Auch die Angabe von LOGLISCI (1908), daß *Pomatias* in ganz Sicilien weit verbreitet sei und nur auf vulkanischem Gestein fehle, spricht für ihre Bodenabhängigkeit.

In der folgenden Tabelle gebe ich den Kalkgehalt einiger eigener Bodenuntersuchungen an. Die Bodenproben sind als Mittelwerte der obersten 15 cm Bodenschicht gewonnen.

Tab. 1.

Fundort:	Kalkgehalt als $\text{CaCO}_3$ in %:	Vorkommen von <i>Pomatias</i> :
1	21,0	zahlreich
2	27,7	zahlreich
3	35,2	zahlreich
4	3,5	fehlt
5	5,1	fehlt
6	7,0	zerstreut
7	6,0	fehlt
8	15,0	zahlreich

Der Schleim der Sohle von *Pomatias* reagiert sauer und vermag Kalk aufzulösen, was mit blauem Lackmuspapier und poliertem Marmor immer wieder nachgewiesen werden konnte.

Das Vorkommen von Kalk scheint also eine Lebensbedingung für *Pomatias* zu sein und ein begrenzender Faktor ihres Lebensraumes.

Da *Pomatias* nicht in feste Bodenschichten einzudringen vermag, muß eine mindestens 15 cm dicke Schicht lockeren Erdreiches oder Mulm vorhanden sein, in die sie sich zum Winterschlaf oder während der Trockenperiode verkriecht.

## Abhängigkeit von der Temperatur.

Das Verbreitungsgebiet von *Pomatias* läßt sie bereits als wärmeliebend erkennen. Das Behaglichkeitsoptimum für Wärme stellte ich bei 50 Tieren mit einer Temperaturorgel zwischen 25° und 30° C fest.

Die genauen physiologischen Verhältnisse der Winterruhe von *Pomatias* sind noch nicht untersucht. In den mediterranen Gebieten dürfte dem Winterschlaf eine Ruheperiode während der Trockenzeit entsprechen. Das erste Erwachen aus der Winterruhe trat im Freien bei 10° bis 12° C Bodentemperatur ein. An der Bergstraße wurden von November bis Anfang März keine Tiere kriechend beobachtet. In zwei Wintern wurde insgesamt eine Bodenfläche von 10 qm 20 cm tief systematisch durchsucht. Die Durchschnittsfundzahl betrug pro qm 42 Tiere, die 10-15 cm tief in den Boden eingedrungen waren. Nach Beobachtung an markierten Schnecken halte ich es für wahrscheinlich, daß die

im Herbst einmal erreichte Tiefe bis zum Auskriechen im Frühjahr unverändert beibehalten wird.

Auch die in Terrarien bei einer durchschnittlichen Zimmertemperatur von  $8^{\circ}$ – $10^{\circ}$  C gehaltenen Tiere waren vom 31. 11. 47 bis zum 6. 2. 48 eingegraben. Die Terrarien wurden des öfteren befeuchtet, so daß Trockenheit kein Grund für die Ruhe sein konnte.

Der Eintritt der Winterruhe scheint instinktmäßig festzuliegen und bis zu einem gewissen Grade von äußeren Einflüssen unabhängig zu sein. Die Dauer der Winterruhe läßt sich durch Wärme und Feuchtigkeit etwas verkürzen, aber nicht gänzlich unterdrücken. Einmal aus ihrem Winterschlaf erwacht, krochen die Schnecken auch bei einer Temperatur bis herab zu  $8^{\circ}$  C umher. Unter dieser Temperaturgrenze habe ich niemals Tiere kriechend gefunden. Die Aufwecktemperatur liegt um  $2^{\circ}$ – $3^{\circ}$  höher.

Von 40 Tieren wurden je 10 Anfang Februar unter sonst gleichen Bedingungen einer Temperatur von  $6^{\circ}$ ,  $8^{\circ}$ ,  $10^{\circ}$  und  $12^{\circ}$  C ausgesetzt. Nach 24 Stunden begannen die Schnecken in den Behältern von  $10^{\circ}$  und  $12^{\circ}$  C umherzukriechen, während die der beiden niederen Stufen keine Bewegung zeigten. Die relative Luftfeuchtigkeit war in allen Behältern 95%. Als Kontrolle wurden weitere 40 *Pomatias* in den gleichen Temperaturstufen, jedoch völlig trocken, gehalten. Diese zeigten keine Bewegung.

Sommertiere vertragen Einfrieren nicht. Dagegen wurden im Januar 12 Tiere drei Tage lang einem Nachtfrost von  $-6^{\circ}$  C ausgesetzt, den sie alle überlebten. Es war mir nicht möglich, Grenze und Dauer der letalen Temperaturen im Winter bei Freilandtieren festzustellen; diese spielt aber sicher eine Rolle für das Ausbreitungsgebiet von *Pomatias*.

Die Frequenz des Herzschlages ist ebenfalls temperaturabhängig. Ich konnte sie bei Jungtieren durch die noch etwas durchsichtige Schale beobachten und bei ausgewachsenen Tieren durch ein „Fenster“ im Gehäuse vor dem Nephridium zählen. Die Beobachtung bei 10 Tieren zeigte als Mittelwert im Temperaturbereich von  $25^{\circ}$ – $30^{\circ}$  C eine Frequenz von 53 Herzschlägen pro Minute. Die Schwankungen betragen  $\pm 2$ . Sinkt die Temperatur, dann werden die Diastolen länger und unregelmäßig. Bei Temperaturen über  $30^{\circ}$  C nimmt die Schlagfrequenz zu und geht schließlich in ein unregelmäßiges „Flimmern“ über. Bei Wintertieren aus dem freien Biotop ist die Schlagfrequenz 2-4 pro Minute und steigt bei Zimmertemperatur nach einem Tage auf 10-12 pro Minute. Die Schläge sind dann sehr ungleich stark und unregelmäßig.

#### Abhängigkeit von der Feuchtigkeit.

JAECKEL (1943) gibt an, daß *Pomatias elegans* unter den „Trockenrasenarten“ genannt werden müsse. Nach meinen Beobachtungen hingegen ist die Vitalität des Tieres stark von der Boden- und Luftfeuchtigkeit abhängig. Vielleicht hat JAECKEL hier übersehen, daß *Pomatias* Trockenperioden von mehreren Monaten gut überstehen kann, wenn sie danach wieder günstige Bedingungen findet.

Wurden meine Terrarien mehrere Wochen hindurch trocken gehalten, so konnte ich in dieser Zeit niemals kriechende Tiere beobachten. Wurden sie danach mit Wasser begossen, so krochen in der nächsten halben Stunde schon einige Tiere an den Glaswänden hoch. Die Hygrometermessung in 6 verschiede-

nen Terrarien mit insgesamt 400 Tieren und im Gelände zeigten, daß normalerweise eine relative Luftfeuchtigkeit von 95% erforderlich ist, um sie zum Öffnen des Operculums zu veranlassen. Nur bei Sauerstoffmangel konnte während kurzer Zeit ein Umherkriechen bis herab zu einer Luftfeuchtigkeit von 50% beobachtet werden. Der Reiz zum Öffnen des Operculums kann nur durch die Luftfeuchtigkeit hervorgerufen werden. Durch sie wird die Dampfspannung in der Atemhöhle beeinflusst. Beim Eintauchen des Tieres in Wasser dringt dieses nicht in die durch das Operculum verschlossene Gehäusemündung ein. Es findet lediglich ein Luftaustausch durch den schmalen Spalt zwischen Operculum und Gehäuse statt. Die Gehäusewand und das Operculum sind weder für Wasser noch für Luft durchlässig. Obwohl *Pomatias* nur bei hoher Luftfeuchtigkeit kriecht und frißt, verträgt sie keine dauernde Bodenfeuchtigkeit. Alle Tiere, die in Terrarien lebten, deren Erde ständig naß gehalten wurde, gingen nach spätestens 4 Wochen ein.

Die Aufnahme von Wasser erfolgt durch den Darm und die Haut. Bei zwei Schnecken, die 8 Wochen hindurch in einem Gefäß ohne Wasser gehalten wurden, band ich die Schnauze mit einer Garnschlinge ab, so daß die Wasseraufnahme durch die Mundöffnung ausgeschlossen war. Man muß dazu das Operculum gewaltsam öffnen, die Schnauze mit einer Pinzette vorziehen und da diese bei *Pomatias* besonders lang ist, läßt sie sich gut abbinden. Die so vorbereiteten Tiere wurden gewogen; sie hatten ein Gewicht von 520 mg und 560 mg. Danach setzte ich sie in ein gut durchfeuchtetes Terrarium. Sie krochen alsbald lebhaft umher. Nach 4 Tagen war eine Gewichtszunahme von 520 mg auf 615 mg und von 560 mg auf 690 mg erfolgt, die nur durch Wasseraufnahme aus dem Boden durch die Haut bedingt sein konnte, da sie in dieser Zeit am Fressen verhindert waren.

Zwei in gleicher Weise behandelte Tiere kamen zur Kontrolle in ein Gefäß, dessen relative Luftfeuchtigkeit bei durchströmendem Wasserdampf auf 100% gehalten wurde. Dabei wurde das Auftreten von Kondenswasser vermieden. Die Tiere zeigten keine Gewichtszunahme, krochen aber lebhaft umher. Eine meßbare Wasseraufnahme aus feuchter Atmosphäre findet demnach nicht statt.

### Sauerstoffbedürfnis und Atmung.

Durch zufällige Beobachtung eines kleinen, mit einer großen Zahl von Schnecken überbesetzten Behälters konnte ich feststellen, daß fast alle Tiere zu dem schmalen Spalt krochen, den eine aufgelegte Glasscheibe noch für den Luftdurchtritt frei ließ. Daraufhin wurden mehrere 1 l-Bechergläser mit je 40 Tieren besetzt, und die obere Öffnung mit einem umgekehrt aufgesetzten Glastrichter abgedeckt. Alle Tiere sammelten sich in dem engsten Trichterteil, von dem aus allein noch Luft einströmen konnte. Genaue Messungen über das Sauerstoffbedürfnis konnten nicht gemacht werden, es ist aber anzunehmen, daß es verhältnismäßig hoch ist. Zugleich besitzt *Pomatias* eine hohe Anpassung an die Wasseratmung. CEI (1941) konnte sie in isotonischer Salzlösung ( $\Delta = 0,4$ ) bei Durchlüftung bis zu 24 Tagen lebend erhalten.

Durch vorsichtiges Anätzen mit verdünnter Salzsäure kann man einzelne Schalenpartien so dünn machen, daß die darunter liegenden Weichteile im Auflicht gut zu beobachten sind. So war mir die Beobachtung von Schnauze und

Kopf auch bei geschlossenem Operculum möglich. Auf diese Weise wurden 14 Tiere kontrolliert, die pumpenartige Bewegungen der Schnauze und der Atemhöhle erkennen ließen. Hierbei wurde die Schnauze immer vor und zurück gezogen, und beim Zurückziehen wurde die Radula sichtbar, die eine Bewegung von unten nach oben ausführte. Dies geschah mit einer konstanten Frequenz von 10-14 Bewegungen pro Minute (25° C). Es muß angenommen werden, daß es sich hierbei um Atembewegungen handelt.

### Meteorobiologische Einflüsse.

In den angesetzten Terrarien fiel mir auf, daß nach einigen Wochen, besonders bei schlechtem Wetter, viele Tiere lebhaft umherkrochen. Ich verglich daraufhin während eines Jahres das Verhalten der Schnecken mit den Barographenkurven der Wetterstation Bismarckturm (Darmstadt). Hierbei zeigte sich, daß bei Tiefdruckwetter die Anzahl der umherkriechenden Schnecken immer besonders groß war. Bei einem Luftdruck über 740 mm Hg krochen mit wenigen Ausnahmen keine Tiere umher. Es wurden dabei Terrarien beobachtet, die insgesamt mit 300 Tieren besetzt waren. Sie hatten ständig optimale Feuchtigkeitsbedingungen. Zur Prüfung der Frage, ob dieses Verhalten direkt vom Luftdruck abhängig sei — vielleicht durch Beeinflussung der O<sub>2</sub>- bzw. CO<sub>2</sub>-Spannung des Blutes — wurden annähernd 50 *Pomatias* aller Größen in einem Gefäß mit durchströmender Luft mehrere Tage unter einem Druck von 720 mm Hg gehalten. Fast alle Tiere zeigten keinerlei Reaktion, sondern blieben in ihren verschlossenen Gehäusen.

So konnte zunächst während des ganzen Beobachtungszeitraumes keine nähere Erklärung für dieses Verhalten gefunden werden. In Unkenntnis der Zusammenhänge wurde auch nur einseitig das Verhalten in Beziehung zum Luftdruck gesetzt, wodurch tiefergehende Beobachtungen leider unterblieben.

Als mir danach die Arbeiten von BORTELS (1942, 1949)<sup>2)</sup> bekannt wurden, zeigte es sich, daß die Luftdruckschwankungen nur ein Teil eines komplexen meteorologischen Vorganges sind. Das wirksame Agens meteorobiologischer Reaktion ist nach BORTELS eine „Wetterstrahlung“, die aus weichen und harten Anteilen besteht. Im Hoch, unmittelbar vor dem Übergang in ein Tief, ist die weichste Strahlung wirksam (H), auf der Rückseite des Tiefs die härteste (T).

Über welche Organe und Prozesse diese Strahlung auf *Pomatias* einwirkt, läßt sich ohne genauere Untersuchungen nicht sagen. Daß hier die Bakterien der „Konkrementdrüse“ vielleicht eine Rolle spielen, ist nicht ganz auszuschließen, nachdem gerade BORTELS einen starken Einfluß auf Bakterien festgestellt hat:

„Denn aus den bisher vorliegenden Versuchsgebieten und Ergebnissen läßt sich unter Vorbehalt schließen, daß die H-Strahlung biologische Oxydationsprozesse, die aerobe Atmung und alles was damit zusammenhängt, fördert oder nicht hemmt (Leuchtkraft von *Vibrio Dunbar*, Nitrifikation, „Sternbildung“ von *Pseudomonas tumefaciens*, Volutinbildung, Zoosporenbildung von *Phytophthora infestans*, usw.), die T-Strahlung dagegen Reduktionsprozesse, Aggregationen, Synthesen und ihre unmittelbaren Folgen wie z. B. das Wachstum fördert oder nicht hemmt. (Langzelligkeit der Bakterien, Synärese, Gärungen, Methylenblaureaktionen usw.“ (BORTELS 1949).

---

<sup>2)</sup> An dieser Stelle sei Herrn Prof. Dr. H. BERG gedankt, der mir die Literaturangaben der BORTELS'schen Arbeiten mitteilte.

Hier sei nur darauf hingewiesen, daß nach meinen zuvor beschriebenen Beobachtungen bei Sauerstoffmangel sich die Tiere besonders lebhaft beunruhigt zeigten und daß, durch T-Strahlung, bei der die Schnecken immer besonders lebhaft waren, gerade die Atmung gehemmt wird.

Vor allem wären hier vergleichende Untersuchungen bei anderen Gastropoden erforderlich, um die Bedeutung der „Konkrementdrüse“ einzugrenzen.

Da BORTELS für die Wetterstrahlung wenigstens teilweise solaren Ursprung annimmt, wären die hierdurch bei einer Reihe von Organismen beobachteten täglichen Rhythmen erklärbar.

So fand ich auch schon vor Kenntnis der BORTELS'schen Arbeit einen Tagesrhythmus bei *Pomatias*. Nach Beobachtungen an der Bergstraße und an den im Terrarium gehaltenen Tieren entfaltet *Pomatias* ihre größte Aktivität in den frühen Morgenstunden. In den Mittagstunden zwischen 12 und 14 Uhr habe ich nur selten Tiere kriechend gefunden, selbst an solchen Tagen, an denen sie sonst lebhaft waren. Im Laufe des Nachmittags wurden sie wieder langsam aktiv und die ganze Nacht hindurch krochen einige umher.

Eine direkte Beeinflussung durch Licht konnte bei *Pomatias*, die ein schlechtes Sehvermögen hat, nicht festgestellt werden.

## Ernährung.

GARNAULT (1887) fand im Magen und Darm von *Pomatias* fast nur Überreste von abgestorbenen Blättern und vermodertes Holz. Hierbei ist die Kutikula der Blätter niemals angegriffen. Er nimmt Zelluloseverdauung an und zieht dafür Bakterien in Erwägung. Weitere Untersuchungen lehnt er als über eine anatomische Arbeit hinausgehend ab.

Nach GRAHAM (1939) sollen alle Mollusken mit Kristallstiel, zu denen *Pomatias* gehört, so fressen, daß ein konstanter Nahrungsstrom entlang dem Verdauungstraktus läuft. Nach YONGE (1930) ist *Pomatias* „a continuous and a subterranean feeder“ (zitiert nach GRAHAM).

Hierzu meine eigenen Beobachtungen: An der Bergstraße sieht man *Pomatias* auf abgestorbenem Buchenlaub und an dünnen Krautstengeln und Holzästchen sitzen und fressen, ebenso im Terrarium. Die Blattadern werden nicht angegriffen. In der Erde frißt *Pomatias* nicht oder nur höchst selten, was durch gefärbtes Laub im Versuch geprüft werden konnte. Ebenso konnte experimentell festgestellt werden, daß trockenes Laub allem anderen dargebotenen Futter vorgezogen wird.

Nachdem durch mikroskopische und polarisationsoptische Untersuchung von gefressenem Papier eine Zelluloseverdauung sehr wahrscheinlich erschien, wurde ein Fütterungsversuch mit drei *Pomatias*-Gruppen zur Kontrolle der Zelluloseverwertung über einen Zeitraum von 8 Monaten durchgeführt. Gruppe I und II enthielt Tiere, die lediglich mit Filtrierpapier gefüttert wurden. Die Tiere der Gruppe III erhielten kein Futter. Die „Konkrementdrüse“ war zu Beginn dieses Versuches bei allen Exemplaren deutlich erkennbar. Die Versuchsterrarien enthielten Quarzsand und wurden von Zeit zu Zeit angefeuchtet. Alle Tiere der Gruppe I und II zeigten im Herbst, sowie im Frühjahr und Sommer des nächsten Jahres normales Umherkriechen, ebenso Gruppe III im Herbst. Die Schnecken der Hungergruppe gingen Ende März an einer In-

fektion innerhalb von 14 Tagen ein, so daß sie für den weiteren Versuchsverlauf ausfielen.

Die durchschnittlichen Gewichtsveränderungen zeigt Tabelle 2. In Gruppe III war im Laufe von 5 Monaten die „Konkrementdrüse“ deutlich kleiner geworden, während sie bei den mit Papier gefütterten Tieren weniger stark abgenommen hatte. Aus diesem Versuch geht hervor, daß Papier bzw. Cellulose für *Pomatias* einen gewissen Nährwert besitzt.

Ob *Pomatias* eine eigene Cellulase produziert oder ob ihre Darmbakterien eine solche liefern, konnte nicht festgestellt werden.

Was hat *Pomatias* nun bei ihrer normalen Laubnahrung an Nährstoffen zur Verfügung?

Zur Beantwortung dieser Frage nahm ich Durchschnittsproben von Buchen- und Eichenlaub aus dem vergangenen Jahr und bestimmte den Gehalt an Wasser, Rohprotein, Reineiweiß, Trockensubstanz, Rohfett, N-freien Extraktstoffen und Rohfaser.

Tab. 2.  
Gewichtsbewegungen von Fütterungsgruppen bei Papiernahrung im Vergleich mit einer Hungergruppe.

Datum	I	II	III
	Gewicht in mg		
28. 10.	670	670	640
1. 11.	687	665	640
5. 11.	690	674	620
12. 11.	685	675	605
14. 11.	685	675	605
17. 11.	670	670	600
24. 11.	678	680	602
28. 11.	695	675	595
16. 1.	692	690	540
22. 2.	687	675	532
14. 3.	710	680	510
4. 4.	715	680	
25. 4.	705	670	
10. 5.	720	670	
15. 6.	680	670	
29. 6.	690	660	
5. 7.	660	600	
13. 7.	650	610	

100 g lufttrockenes Laub (Buchen und Eichen) enthalten: 6,8 g Rohprotein, 5,2 g Reineiweiß, 2,0 g Rohfett, 81,8 g Kohlehydrate und Rohfaser und 9,4 g Wasser.

Der Gehalt an Rohprotein und Rohfett entspricht dem von Wiesenheu mittlerer Qualität.

Wenn man berücksichtigt, daß *Pomatias* die Blattrippen nicht frißt, diese aber in der Analyse mit erfaßt wurden, dann dürfte ihr eine noch nährstoffreichere Kost zur Verfügung stehen als die Analysenwerte ergeben. Es ist sogar anzunehmen, daß von diesem Gesichtspunkt aus der Eiweiß- und Kohlehydrat-Gehalt der Nahrung reichlich ist. Hiervon wird noch bei Betrachtung der „Konkrementdrüse“ zu sprechen sein.

Da, im Gegensatz zur Annahme von GRAHAM, *Pomatias* sicher kein Dauerfresser ist, sondern auch unter günstigen Lebensbedingungen zeitweise mehrere Tage im verschlossenen Gehäuse bleibt, lassen sich nur ungenaue Angaben über die aufgenommene Nahrungsmenge machen. Sie liegt größenordnungsmäßig bei 2 mg pro Tag, wie aus einer Reihe von Wägungen zu ermitteln war.

Aus Wägungen bei 75 ausgewachsenen Schnecken ergibt sich ein Durchschnittsgewicht von 487 mg pro Tier. Die Durchschnitts-Kotmenge aus einer Zeit, in der sie lebhaft fraßen, wog ich pro Tier und Tag mit 1,65 mg. Da der Wassergehalt bei der aufgenommenen Nahrung und dem Kot von *Pomatias* ungefähr gleich ist, dürfte die Nahrungsmenge etwa in derselben Größenordnung liegen. Der Gesamt-N-Gehalt des Kotes wurde nach KJELDAHL mit 3,2% bestimmt.

Es ergibt sich so für *Pomatias* folgende Stickstoffbilanz:

Gewicht:	N-Aufnahme in % des Körpergewicht/Tag:	N-Ausscheidung in % des Körpergewicht/Tag:
500 mg	0,018 %	0,01 %

Es findet bei der ausgewachsenen *Pomatias* keine merkliche N-Retention statt, wovon im Zusammenhang mit der „Konkrementdrüse“ noch gesprochen werden soll.

### Entwicklung.

LOGLISCI (1908) beschreibt eingehend die Copula bei *Pomatias* und meine Beobachtungen hierüber können seine Angaben weitgehend bestätigen. Lediglich für die Dauer der Paarung, die LOGLISCI mit 13-17 Minuten angibt, ergaben sich Abweichungen; ich beobachtete wesentlich längere Zeiten.

Es erscheint mir durchaus möglich, daß Duftstoffe eine Rolle beim Finden der Geschlechtspartner spielen. Denn Tiere, die nach der Copula im gleichen Gefäß nur durch eine Glasscheibe getrennt gehalten wurden, versuchten sich

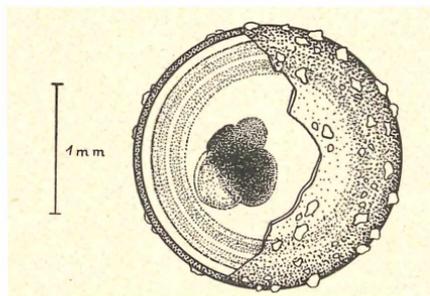


Abb. 2. Ei von *Pomatias elegans* MÜLL. teilweise geöffnet mit freiliegendem Embryo. Zeichnung U. BRAUNS.

durch den schmalen noch verbleibenden Spalt hindurch wiederholt zu vereinigen. Gleichgeschlechtliche Tiere, die unter gleichen Bedingungen gehalten wurden, nahmen keine Notiz voneinander.

Während ich copulierende Tiere vom Frühjahr bis zum Herbst beobachtete, konnte ich die Eier (Abb. 2) nur im Herbst feststellen und zwar ausschließlich

im Freien. Die Eier sind Kugeln von 2 mm Durchmesser, werden einzeln zerstreut im Boden abgelegt und sind von einer hellen, pergamentartigen Haut umhüllt. Diese Haut wird unmittelbar nach der Ablage mit Schleim bedeckt, der langsam erhärtet und so Steinchen und Erdkrümel auf der Oberfläche der Haut festkleben läßt. Dadurch wird das Auffinden der Eier erschwert. Die äußere Hülle enthält keinen Kalk und sitzt verhältnismäßig locker auf einer dickeren gallertartigen Hülle, die sehr viel fester als die äußere und durchsichtig ist. Das Innere wird von einer eiweißreichen Nährflüssigkeit ausgefüllt. In ihr wächst der Embryo langsam heran, und gegen Ende seiner Entwicklungszeit innerhalb der Eihüllen kann man ihn lebhaft darin umherkriechen sehen.

Aus der großen Zahl der 2 mm großen Schnecken, die ich im Frühjahr fand, während ihre Zahl im Herbst nur gering ist, nehme ich an, daß die Larvenentwicklung erst im nächsten Frühjahr beendet wird und ein großer Teil der Eier überwintert.

Die Larvenentwicklung wird von BARBIERI (1907) beschrieben. Daher beschränkte ich mich bei meinen Untersuchungen auf das Wachstum des Jungtieres. Wenn *Pomatias* die Eihülle verläßt, hat sie zwei Embryonalwindungen und eine Gehäusehöhe von 2 mm. Um den Gehäusezuwachs zu erkennen, wurde der Mündungsrand des Gehäuses mit Tusche markiert. Die folgenden Zahlen geben einige Beispiele von Messungen:

Zuwachs vom 25.4. bis 25.6. gemessen in Fortsetzung der Umgangsrichtung bei:

P 34	7,8 mm
P 35	6,2 mm
P 36	7,0 mm
P 37	7,0 mm

Danach stockte bei diesen Tieren das Wachstum.

Bei folgenden durchschnittlich 5 mm hohen Tieren wurde als Zuwachs für die Zeit vom 25. 6. bis 25. 7. gemessen:

Terrarium 8 bei 25° C.

P 91	0,2 mm
P 92	1,2 mm
P 94	0,1 mm
P 95	1,0 mm
P 96	1,2 mm
P 97	0,1 mm
P 101	0,5 mm
P 104	—
P 106	1,0 mm

Terrarium 9 bei 18° C.

P 98	1,2 mm
P 99	1,5 mm
P 100	1,0 mm
P 103	2,5 mm
P 105	2,8 mm
P 110	1,1 mm
P 111	1,0 mm
P 113	1,0 mm
P 114	0,8 mm

Ich hatte versucht, die Bedingungen in beiden Terrarien bis auf die Temperaturunterschiede möglichst gleich zu halten und angenommen, daß bei höherer Temperatur eine Beschleunigung des Wachstums eintreten würde. Aus obigen Zahlen läßt sich aber kein fördernder Einfluß der höheren Temperatur erkennen. Bei diesen und einer ganzen Reihe von gekennzeichneten Tieren war zu sehen, daß das Wachstum der einzelnen Tiere sehr ungleich war und schubweise erfolgte. Aus Beobachtungen von markierten Tieren aus Terrarien und dem freien Biotop konnte eine Lebensdauer von 4-5 Jahren für *Pomatias* festgestellt werden, die nur in seltenen Fällen überschritten wurde.

Aus Messungen bei ausgewachsenen Tieren (286 Stück) errechnete sich ein Durchschnitt für die Gehäusehöhe von 13,3 mm und für die Breite 10,9 mm.

Auffallend bei den Tieren der Bergstraße ist ihre geringe Größenvariation. Auch der von BOYCOTT (1909) und LOGLISCI (1908) angegebene Sexualdimorphismus (Männchen kleiner, schlanker und mit geringerer Mündungsöffnung als die Weibchen), kommt hier kaum zur Geltung.

## II. Die „Konkrementdrüse“.

Die äußere Form.

Die Bezeichnung „Konkrementdrüse“, die von CLAPAREDE (1857) geprägt wurde, sei auch hier beibehalten, obwohl es sich bei diesem Organ nicht um eine Drüse im eigentlichen Sinne handelt.

Von der äußeren Form dieses Organes gibt uns Abb. 3 einen Begriff. Weißliche Bänder liegen neben dem Nephridium dem Darm auf und scheinen von

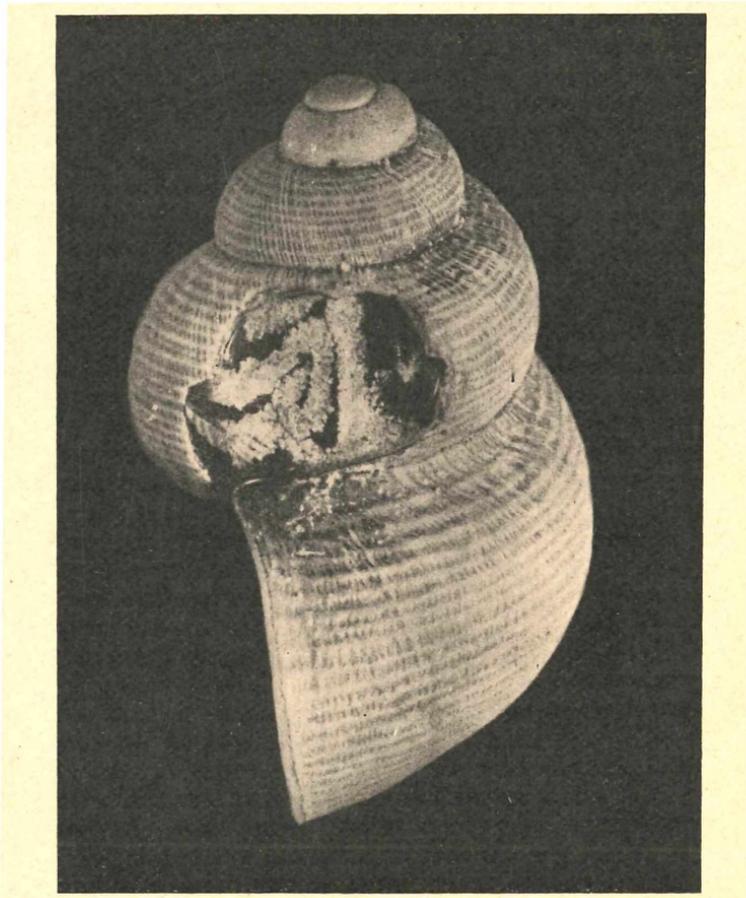


Abb. 3. *Pomatias elegans* MÜLL. mit freipräparierter Konkrementdrüse. Vergr. 8fach.

einer gewissen Größe ab durch die Schale hindurch. Die morphologischen und histologischen Befunde seien hier nur soweit mitgeteilt, als sie uns für die Deutung der Funktion der Konkrementdrüse von Bedeutung erscheinen.

Über die Ausdehnung und Gestalt der Konkrementdrüse werden in der Literatur zum Teil nur ungenaue Angaben gemacht, was dadurch bedingt ist, daß sie Größenänderungen unterliegen, die schon GARNAULT (1887) beobachtet hat. Man findet nämlich Tiere mit massig entwickeltem Organ, welches sich dann ringförmig um den Darm lagert und solche, bei denen es nur noch in Form zarter weißer Bänder erkennbar ist. Die Grundform tritt nur bei mäßiger Entwicklung oder bei Jungtieren klar hervor. Entfernt man über dem durchscheinenden Organ die Schale und orientiert die Schnecke so, daß die Schalenmündung dem Betrachter zugewandt ist, dann liegen nach vorne zwei Bänder, von denen das obere wie ein leicht gekrümmter Haken in das gleichfalls hakenförmige untere greift (Abb. 3). Oberhalb der beiden Bänder liegt ein nach hinten sich erstreckendes Feld, das je nach seiner Ausdehnung dreieckig bis länglich ist und bei starker Ausbildung sich mit einem Feld vereinigt, welches von unten links nach rückwärts zieht. Dieser Grundform entspricht auch der Verlauf der Gefäße und Lakunen, von denen das Organ durchzogen wird. Bei Injektionsversuchen lassen sich diese leicht erkennen, wobei ein vorsichtiges Mazerieren einen besseren Überblick gibt als Schnittpräparate. Bei Injektionen in den Fuß der Schnecke tritt die Injektionsflüssigkeit (Methylenblau und Protosil rubum) zuerst in das Nephridium ein und später in die Konkrementdrüse. Hierbei konnte ich ebenso wie QUAST (1923) feststellen, daß die großen Konkremeute nur wenig oder keinen Farbstoff annehmen. Der Gefäßverlauf und das Verhalten bei Injektionen geben Hinweise auf die excretorische Funktion des Organs.

### Die Konkremeute.

Die Behauptung von GARNAULT (1887), daß die Konkremeute frei in Tuben lägen und diese von einer Membran umschlossen seien, wurde durch die eingehenden Untersuchungen von MERCIER (1911, 1913) als unrichtig erkannt. Neben den Gefäßen sind in der Konkrementdrüse glykogenführende Bindegewebszellen, Pigmentzellen (Excretzellen) und Ureatzellen vorhanden, wovon letztere die Konkremeute und Bakterien einschließen. Dazwischen liegen Phagocyten, 9-20  $\mu$  groß, mit rundem oder polymorphem Kern. Diesem Befund schließt sich auch MEYER (1925) an, der neben *Pomatias elegans*, eine ganze Reihe von verwandten Pomatiasiden und Annulariiden untersucht hat. Lediglich QUAST (1924b) kommt zu völlig anderen Ergebnissen, ohne die Untersuchungen von MEYER (1923) zu kennen.

Nach QUAST (1924b) liegen die Konkremeute extrazellulär. Er bringt eingehende kristallographische Erörterungen über deren Bildungsmöglichkeit. Für QUAST (1924a) sind die Konkretionen typische Exkrete, Endprodukte des Purinstoffwechsels, die normalerweise durch das Nephridium ausgeschieden, bei *Pomatias* aber zeitlebens im Konkrementenspeicher zurückgehalten werden. Als Beweis hierfür gibt QUAST (1924b) unter anderem zum ersten Male an, daß eine deutliche Größen- und Längenzunahme mit dem Altern der Tiere einhergeht.

Auf Grund von Messungen bei Tieren aller Größen und zu den verschiedensten Jahreszeiten fand ich zwar bei erwachsenen Schnecken meist die großen

Konkremente zahlreicher als bei Jungtieren, ohne dies allerdings als Stütze für die QUAST'sche Behauptung anzusehen. Diese hat umso weniger Wahrscheinlichkeit, als gerade bei ausgewachsenen Tieren, die mehrere Wochen ohne Futter gehalten wurden und deren Stoffwechsel also herabgesetzt sein mußte, wieder eine verhältnismäßig größere Zahl von kleinen Konkrementen vorhanden war, die nach QUAST (1924b) Neubildungen sein müßten. Es wäre meines Erachtens eher anzunehmen, daß die Größe der einzelnen Konkremeute von der jeweiligen Intensität des Stoffwechsels zur Zeit ihrer Bildung abhängig wäre.

Zur direkten Beobachtung der Konkremeute wurde eine Schnecke in folgender Weise präpariert: Über einem Teil der Konkrementdrüse entfernte ich ein Stück der Schale und kittete an deren Stelle einen Deckglassplitter als Fenster auf. Unter dem Auflichtmikroskop ließ sich so ein Teil des Organes am lebenden Tier beobachten. Obwohl die Schnecke diesen Eingriff gut überlebte, war es wegen der Bewegung des Weichkörpers in der Schale nicht möglich, bestimmte Konkremeute über mehrere Wochen zu verfolgen.

Die Frage, ob die Konkremeute intra- oder extracellulär liegen, ist von großer physiologischer Bedeutung. Nachdem QUAST (1924) zu der Auffassung kommt, daß die Konkremeute nicht intracellulär, sondern zwischen den Zellen liegen, schien eine erneute Nachprüfung erforderlich. MEYER (1925) sieht zwar die Konkremeute von *Pomatias elegans* für intracellulär an, findet aber auch bei *Chondropoma dentatum* SAY extracelluläre Konkremeute. QUAST (1924b) hält die intracelluläre Lage der Konkremeute für eine Täuschung, die durch die Plasmaforsätze der Bindegewebszellen bedingt ist.

Bei den eigenen Untersuchungen wurde zuerst versucht, durch Schnittpräparate einen Einblick zu gewinnen, doch ließ sich hiermit die Lage der Konkremeute nicht mit Sicherheit bestimmen. Sie nehmen auf Schnitten im Vergleich zum Zellplasma einen ungleich größeren Raum ein, so daß man durchaus zu der Auffassung von QUAST (1924b) kommen könnte, daß netzartig zusammengepreßte Bindegewebszellen für Zellgrenzen der Ureatzellen angesehen worden sind.

Auch bei äußerst vorsichtiger Mazeration unfixierter Tiere werden sofort eine große Zahl von Konkrementen frei, die aus den zerstörten Zellen stammen. Erst bei Untersuchung von Mazerationspräparaten unter dem Phasenkontrastmikroskop gelang es mir bei vielen Konkrementen einwandfrei ihre intracelluläre Lage zu erkennen und photographisch festzuhalten.

Da die eigenen Kulturversuche mit den Bakterien der Konkrementdrüse zu den gleichen Ergebnissen führten wie die der Untersuchungen von MEYER (1925), kann hierüber auf diese Arbeit verwiesen werden.

## Die Größenschwankungen der Konkrementdrüse.

GARNAULT (1887) findet bei *Pomatias* einen jahreszeitlichen Rhythmus der Größenschwankungen der Konkrementdrüse. MERCIER (1911) und QUAST (1924b) lehnen einen solchen ab, während MEYER (1925) durch statistische Untersuchungen bei 150 Tieren GARNAULT zu bestätigen scheint.

Um einen besseren Einblick in die Größenschwankungen der „Konkrementdrüse“ zu erhalten, stellte ich ihre Größe bei 1203 Tieren fest. Hierbei benutzte ich die Typeneinteilung nach MEYER (1925). Es wurden monatlich innerhalb eines etwa 50 qm großen Raumes annähernd 100 *Pomatias* gesammelt. Die Größe der „Konkrementdrüse“ wurde nach Umfang und Helligkeit, mit der sie

durch die Schale durchscheint, bestimmt. Nach der Zählung wurden die Tiere wieder im Biotop ausgesetzt. Es ist so ein großer Teil der Schnecken jeden Monat erneut zur Beobachtung gekommen, wodurch individuelle Schwankungen zum Teil ausgeschaltet wurden.

Tab. 3.

Größenänderungen der „Konkrementdrüse“ im Laufe eines Jahres.

Monat	(kleine, mittelgroße, stark ausgebildete Konkrementdrüse)			
	Anzahl der <i>Pomatias</i> vom Typ			
	I	II	III	
Januar	24	53	17	94
Februar	63	48	21	132
März	41	37	26	104
April	43	45	32	120
Mai	21	28	25	74
Juni	19	35	32	86
Juli	23	28	41	92
August	31	44	37	112
September	15	17	54	86
Oktober	22	23	57	102
November	33	25	46	104
Dezember	29	36	32	97
				1203

Außerdem wurden Beobachtungen bei über 100 Tieren gemacht, die im Terrarium gehalten wurden. Bei den Terrarientieren wurde zur Größenfeststellung die „Konkrementdrüse“ frei präpariert. Hierbei zeigte sich, daß man mit ziemlicher Genauigkeit von dem durch die Schale durchscheinenden Muster der Konkrementdrüse auf deren Größe schließen kann. Die Untersuchung der Tiere des freien Biotops und der Terrarientiere zeigt ebenfalls eine Bestätigung der GARNAULT'schen Behauptung, daß unter normalen Bedingungen die Konkrementdrüse im Herbst ihre größte Ausdehnung hat und im Laufe des Winters verkleinert wird.

Eine weitere Aufklärung ergab sich bei Fütterungsversuchen. Vergleichstiere, die ohne Futter gehalten wurden, zeigten auch im Sommer eine Größenabnahme der Konkrementdrüse. Daraufhin wurden systematisch während eines ganzen Jahres Fütterungsgruppen von mehreren hundert Tieren zusammengestellt. Es wurden Normalfuttergruppen und Hungergruppen aus Tieren mit kleiner und großer Konkrementdrüse gebildet. Einen typischen Versuch zeigt Tab. 4.

Tab. 4.

Terrarium	Zahl der eingesetzten <i>Pomatias</i>	Größe der Konkrementdr. bei Versuchsbeginn am 12. 8. 48.	Durchschnittsgröße am:				
			12. 9.	12. 10.	12. 11.	12. 12.	1. 49.
A (mit Futter)	127	groß (+)	+	+	+	+	±
B (ohne Futter)	81	groß (+)	±	±	—	—	—
C (ohne Futter)	50	klein (—)	—	—	—	—	—
D (mit Futter)	58	klein (—)	±	+	+	±	
							Winterruhe

Nach dieser Tabelle ist die Größe der „Konkrementdrüse“ deutlich vom Ernährungszustand der Schnecken abhängig.

Es erscheint mir auf Grund der Feststellung, daß die Konkremente nicht zeitlebens und unverändert abgelagert werden, sondern in Zeiten des verminderten Eiweißstoffwechsels zum Teil wieder abgebaut werden, sehr wahrscheinlich, daß die Excretion bei *Pomatias* über Nephridium und „Konkrementdrüse“ verläuft. Obwohl die Konkrementdrüse keinen eigenen Ausführgang besitzt, so kann doch über das Blut und die reiche Gefäßversorgung dieses Organes der Stoffaustausch erfolgen.

Wenn QUAST (1923) auf Grund seiner Injektionsversuche feststellt, daß kein Farbstoff (Ammoniakkarmin, Indigokarmin, Lackmus) in den Konkrementen abgelagert wurde, so konnte dagegen bei eigenen Untersuchungen unter Verwendung von *Prontosil rubrum* eine intensive Färbung derselben festgestellt werden, die erst nach Tagen wieder verschwand.

### Zur Übertragung der Bakterien.

Für die Übertragung der Bakterien von Generation zu Generation konnten bis jetzt keine sicheren Angaben gemacht werden.

MEYER (1925) fand in den Eiern des Ovariums keine Bakterien und hält es für möglich, daß die Symbionten mit den Darmbakterien identisch sind und vom Darmlumen aus in die Konkrementdrüse vordringen. Es besteht hierbei auch die Möglichkeit, daß *Trichodinopsis paradoxa*, ein im *Pomatias*-Darm — und nur hier — parasitisch lebender Ciliat, der zeitweise auf dem Darmepithel sitzt, hierfür den Infektionsweg erleichtert. Bei unseren Untersuchungen wurden in den Ovarialeiern weder in Schnitt- noch in Ausstrichpräparaten Bakterien festgestellt. Da bisher die Embryonen der abgelegten Eier noch nicht auf die Anwesenheit von Bakterien untersucht waren, wurde hierauf besondere Aufmerksamkeit verwandt, aber es konnte weder in der embryonalen Konkrementdrüse noch in der den Embryo umgebenden Nährflüssigkeit Bakterien festgestellt werden. Auch in Copula getrennte Tiere gaben keinen Anhalt dafür, daß eventuell Bakterien mit der Spermaflüssigkeit übertragen werden. Auf der pergamentartigen Eihülle (Abb. 2) sind dagegen reichlich Bakterien zu finden, die einmal aus dem Boden stammen und zum anderen aus dem von *Pomatias* abgesonderten Schleim, der immer einige Bakterien enthält. Es handelt sich hierbei um Schleim, der von der Hautoberfläche stammt, und der bei Beklopfen oder Reizen des Tieres zwischen Schale und Weichkörper reichlich abgesondert wird. Aus den sehr zarten Zellen der Konkrementdrüse werden entweder durch Zerreißen oder durch Ausstoßen von Zellelementen Bakterien frei, die dann in den Mantelraum gelangen. Es müssen also bei der aus dem Ei geschlüpften *Pomatias* die Bakterien in den schon fertig ausgebildeten Organismus eindringen. Sofort nach dem Verlassen der Eihülle wurden junge Schnecken präpariert, die dann in ihrem Darm Teile der Eihülle und Bakterien zeigten, während die Konkrementdrüse noch frei davon war.

Zu den Fragen der Bakteriensymbiose und Physiologie der Konkrementdrüse sind weitere Untersuchungen in Vorbereitung.

## Zusammenfassung.

1. Die ökologischen Untersuchungen an *Pomatias elegans* (MÜLLER) erweisen die Abhängigkeit der Schnecke von Boden, Temperatur und Feuchtigkeit.
2. Meteorobiologische Faktoren beeinflussen die Aktivität des Tieres.
3. Die Untersuchung der Ernährung gibt Hinweise auf die Funktion der „Konkrementdrüse“. Durch Fütterungsversuche und direkte Beobachtung wird sehr wahrscheinlich, daß Zelluloseverdauung möglich ist.
4. Die „Konkrementdrüse“ ist ein temporärer Exkretspeicher. Die Konkremente liegen intracellulär, bei vermindertem Stoffwechsel werden sie abgebaut.
5. Für die Übertragung der Bakterien muß eine postembryonale Infektion angenommen werden, Eiweißmasse und Embryonen in der Eihülle sind bakterienfrei.

## Angeführte Schriften.

- BARBIERI, C.: Forme larvali del *Cyclostoma elegans* DRAP. — Zool. Anz., 32, S. 257-284. Leipzig 1907.
- BORTELS, H.: Beziehungen zwischen Lebensäußerungen einiger Mikroorganismen und dem Wetterverlauf. — Forsch. Fortschr., 18, S. 67-77. Berlin 1942.
- — —: Beitrag zur Klärung der Ursachenfrage in der Meteorobiologie. — Arch. Mikrobiol., 14, S. 492-508. 1949.
- BOUGON, J.: La cyclostome élégante. — Natural. Paris, 30, S. 277-78. Paris 1908.
- BOYCOTT, A. E.: Sexual differences in the shell of *Cyclostoma elegans*. — J. of Conch., 12, S. 323-325. London 1909.
- BUCHNER, P.: Tier und Pflanze in Symbiose. 900 S., 336 Abb., Berlin 1930.
- CEI, G.: La resistenza alla sommersione del *Cyclostoma elegans* MÜLL. — Boll. zool. Napoli, 12, S. 41-50. Neapel 1941.
- CLAPARÈDE, ED.: Beitrag zur Anatomie des *Cyclostoma elegans*. — Arch. Anat. Physiol., 25. Berlin u. Leipzig 1858.
- GARNAULT, P.: Recherches anatomiques et histologiques sur le *Cyclostoma elegans*. — Act. Soc. Linn. Bordeaux, 5, S. 49-158. Bordeaux 1887.
- GRAHAM, A.: On the structure of the alimentary canal of stylebearing Prosobranchs. — Proc. zool. Soc. London, 109, S. 75-112. London 1939.
- JAEKEL, S. jun.: Eine Molluskenausbeute aus Belgien und Frankreich während des Westfeldzuges 1940. — Arch. Moll., 75, S. 285-306. Frankfurt 1943.
- LAIS, R.: Die Beziehungen der gehäusetragenden Landschnecken Südwestdeutschlands zum Kalkgehalt des Bodens. — Arch. Moll., 75, S. 33-67. Frankfurt 1943.
- LOGLISCI, A.: Osservazioni e notizie biologiche sul *Cyclostoma elegans*. — Boll. mens. Acc. Catania, 3, S. 39-46. Catania 1908.
- MERCIER, L.: Bactéries des Invertébrés. II: La „Glande à concrétions“ de *Cyclostoma elegans* DRAP. — Bull. sci. France-Belgique, 45, S. 15-26. Paris 1911.
- — —: Bactéries des Invertébrés. Les cellules urique du Cyclostome et le Bactérie symbiote. — Arch. anat. microsc. Paris, 15, S. 1-52. Paris 1913.
- MEYER, K. F.: Über die Bakteriensymbiose bei Schnecken (Cyclostomatiden). — Verh. Schweiz. Naturf. Ges. 104, S. 164, 1923.
- — —: The „Bacterial symbiosis in the Concretion Deposits of Certain Operculate Land Mollusks of the Families Cyclostomatidae and Annulariidae. Diss. Zürich 1925.
- QUAST, P.: Farbstoffinjektionsversuche bei *Cyclostoma elegans* DRAP. — Pflügers Arch., 200, S. 642-648. Berlin 1923.
- — —: Chemische Untersuchung des Organextrakts der Konkrementdrüse und des Nephridium von *Cyclostoma elegans*. — Z. Biol., 80, S. 211. München u. Berlin 1924. — [1924a].
- — —: Der Konkrementspeicher („Konkrementdrüse“ CLAPARÈDES) von *Cyclostoma elegans* DRAP. — Z. Anat. Entw. gesch., 72, S. 169-198. Berlin 1924. — [1924b]. (In dieser Arbeit ausführliches Literaturverzeichnis über Pomatias!)

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Molluskenkunde](#)

Jahr/Year: 1951

Band/Volume: [80](#)

Autor(en)/Author(s): Kilian E.F.

Artikel/Article: [Untersuchungen zur Biologie von Pomatias elegans \(Müller\) und ihrer "Konkrementdrüse".1\) 1-16](#)