

Zur Abhängigkeit der Entwicklung von Gehäuseschnecken vom Kalkgehalt des Bodens.

Dargestellt bei *Oxychilus draparnaldi*.

Von H. A. SCHMIDT, Rostock.

Mit 2 Abbildungen.

Über die Notwendigkeit des Vorhandenseins von Kalk zum Aufbau des Schneckengehäuses liegt eine umfangreiche Literatur vor. Alle Autoren sind sich darüber einig, daß die Schnecken zur Bildung ihrer Gehäuse Kalk aufnehmen müssen, nur über die Art, wie dieser Kalk für den Aufbau der Schale nutzbar gemacht wird, herrschen verschiedene Meinungen. Es würde an dieser Stelle zu weit führen, sich mit den einzelnen Ansichten auseinanderzusetzen. Soviel sei nur gesagt, daß sich im wesentlichen zwei Lager gegenüberstehen.

Die eine Seite ist der Ansicht, daß die Gehäuseschnecken neben dem Kalk aus ihren Nährpflanzen auch noch den kohlensauren Kalk ihrer Umgebung für den Aufbau ihrer Schale in irgendeiner Form verwenden. Sie begründen ihre Ansicht mit der bekannten Tatsache, daß sich in kalkreichen Gebieten häufig eine größere Artenfülle von Gehäuseschnecken mit zahlenmäßig umfangreichen Populationen befindet, deren Individuen sich außerdem durch Größe und Festigkeit der Schale auszeichnen. Als einer ihrer Hauptvertreter hat R. LAIS (1943) zu gelten, aber auch W. KÜHNELT (1932), H. BROCKMEIER (1903) und viele andere stehen auf dem gleichen Standpunkt. B. RENSCH (1932) kommt bei seinen Untersuchungen über das relative Schalengewicht ebenfalls zu der Ansicht, daß in verschiedenen Fällen der Kalkreichtum des Untergrundes für Unterschiede des relativen Schalengewichts verantwortlich zu machen ist.

Die andere Seite dagegen, hier sind besonders D. GEYER (1927) und P. TRÜBSBACH (1943 und 1947) zu nennen, räumen dem Kalk keine direkte Einwirkung auf die Schneckenschale ein. Besonders TRÜBSBACH hält es vom Standpunkt des Chemikers für ausgeschlossen, daß Gehäuseschnecken aktiv per os aufgenommenen kohlensauren Kalk für den Aufbau ihres Gehäuses verwerten können. Nach TRÜBSBACH „wird erst auf dem Wege durch die Pflanze der anorganische Bodenkalk für den tierischen Organismus nutzbar gemacht“ Den auch von TRÜBSBACH nicht bestrittenen Arten und Individuenreichtum in Kalkgebieten führt er nicht auf den Chemismus des Gesteins, sondern auf die zerklüftete Struktur des Kalkgesteins und seine Fähigkeit zurück, Wärme zu speichern. Auch GEYER ist der Ansicht, daß nicht der geologische Kalk des Wohngebietes, sondern dessen strukturelle für das Schneckenleben günstige Beschaffenheit die größere Arten- und Individuenfülle verursacht hat.

Bei meinen Untersuchungen zur Fortpflanzungsbiologie von *Oxychilus draparnaldi* BECK konnte oft festgestellt werden, daß Exemplare auf kalkarmem Boden gegenüber solchen auf kalkreichem Untergrund in ihrer Entwicklung zurückblieben. Weiterhin wurde immer wieder beobachtet, daß sich alle Altersstadien der genannten Gehäuseschnecke oft auf kalkhaltigen Steinbrocken, Topfscherben, Mörtelstückchen usw. mit auffallend verbreiteter Sohle aufhielten, offensichtlich in der Absicht, durch Ausscheiden eines Drüsensekrets der Sohle dem betreffenden Substrat Kalk für den eigenen Aufbau zu entziehen. Auf diese

Erscheinung wies m. E. als erster BROCKMEIER (1903) hin, er beobachtete sie bei Heliciden an den Schalen leerer Gehäuse. KÜHNELT (1932) stellte daraufhin Versuche an, setzte Heliciden verschiedener Gattungen auf eine polierte Marmorplatte und konnte an den Stellen, auf denen die Tiere gesessen hatten, deutliche Anätzungen wahrnehmen. KÜHNELT ist der Ansicht, daß die Kriechsohle der Schnecken ein kalklösendes Sekret abgeben kann. Die Frage, ob der mit der Sohle aufgenommene Kalk auch für den Schalenbau Verwendung findet, läßt KÜHNELT offen.

Zur Befriedigung ihres Kalkbedürfnisses gab ich nun meinen isoliert gehaltenen *O. draparnaldi* je ein Stück einer Schale von *Mya arenaria* in das Gefäß. Es war auffallend, daß bei der Kontrolle m Tage darauf, sich in jedem Gefäß der *O. draparnaldi* auf den Schalenstücken befand. Die Tiere saßen dann, wie BROCKMEIER und KÜHNELT es beschrieben, stundenlang, es konnte auch manches Mal einen ganzen Tag dauern, mit verbreiterter Sohle und eingezogenen Fühlern unbeweglich auf der gleichen Stelle. Auch später besuchten die Tiere die Schalenstücke sehr häufig, so daß man bereits nach einigen Monaten feststellen konnte, daß diese infolge der vielen „Sitzungen“ besonders in der Mitte immer dünner wurden. Schließlich hatten die Tiere die Schalenstücke von *Mya arenaria* „durchgesessen“ (siehe Abb. 1 und 2).

Die Aufnahme bei durchscheinendem Licht zeigt deutlich, daß auch die Partien um das entstandene Loch dünner sind als die Randzonen. Auf dem rechts befindlichen Muschelfragment ist die Ätzung nicht vollständig durchgedrungen, das Schalenstück ist in der Mitte jedoch schon sehr dünn. Die Muschelstücke von *Mya arenaria* wurden deswegen klein gewählt, um die Tiere zu zwingen, möglichst immer an der gleichen Stelle den Kalk aufzulösen. Es sollte ja ein augenfälliger Nachweis dafür erbracht werden, daß bestimmte Sohlendrüsen von *O. draparnaldi* — dies dürfte wohl auch für die Mehrzahl der schalentragenden Landpulmonaten zutreffen — befähigt sind, kohlen sauren Kalk aufzulösen, um diesen vermutlich für den Aufbau des Gehäuses, vielleicht aber auch sogar für die Bildung der Eischale, nutzbar zu machen. Ausdrücklich sei betont, daß es sich bei den Anätzungen auf der Kalkschale tatsächlich um solche handelt. Es konnten niemals Tiere an den Schalenstücken nagend beobachtet werden, stets saßen sie in der beschriebenen Art und Weise völlig bewegungslos auf den Kalkstücken.

Auch anderen kalkhaltigen Stoffen, wie z. B. Mörtelstücken, Topfscherben usw. wird infolge Ausscheidens eines kalklösenden Sekretes Kalk entzogen. Nur läßt sich hier wegen der rauhen Oberfläche der Nachweis schwieriger erbringen. Auch auf kalkhaltigen Böden, wie z. B. Lehmböden, sitzen die Schnecken häufig lange Zeit unbeweglich, zweifellos, um dort den vorhandenen Kalk aufzunehmen. Allerdings ist auch in diesem Falle ein direkter Beweis kaum möglich.

Eine weitere Beobachtung konnte im Zusammenhang mit der Untersuchung der Lebensweise von *Oxychilus draparnaldi* gemacht werden. Die Tiere nahmen neben ihrer Nahrung, bestehend aus Makkaronistückchen, häufig große Mengen Erde auf, vermutlich, um die darin enthaltenen organischen Bestandteile auszunutzen. Daß die Erde nicht versehentlich mit der eigentlichen Nahrung in den Verdauungstraktus gelangt ist, geht aus der Zusammensetzung der Fäzes hervor. Diese bestehen entweder aus reinen Makkaronibestandteilen oder reiner Erde. Bei zufälliger Aufnahme der Erdbestandteile müßten die Fäzes eine Gemisch von

Makkaroni und Erde enthalten. Vielleicht entnehmen die Tiere der Erde nicht nur organische Bestandteile sondern auch Kalk.

Da mir bei meinen biologischen Untersuchungen große Mengen frisch aus den Eiern geschlüpfter Tiere von *Oxybilus draparnaldi* zur Verfügung standen, konnte ich mit diesen Versuche über die Abhängigkeit der Entwicklung dieser

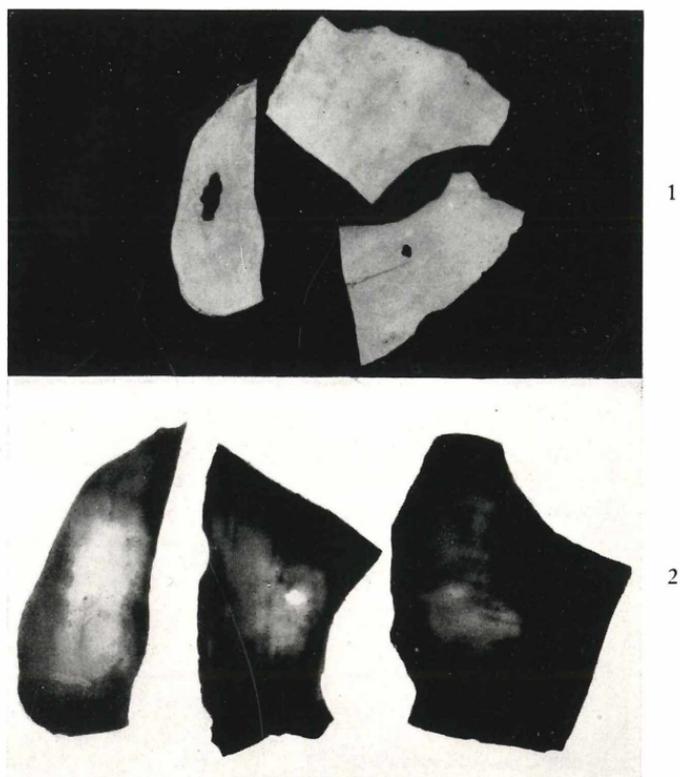


Abb. 1-2. Schalenstücke von *Mya arenaria*, die durch ein kalklösendes Drüsensekret der Sohle von *Oxybilus draparnaldi* angeätzt sind. 1) = $\frac{1}{1}$; 2) = $\frac{2}{1}$.

Tiere vom Kalkgehalt des Bodens durchführen. Der Versuch wurde wie folgt angelegt.

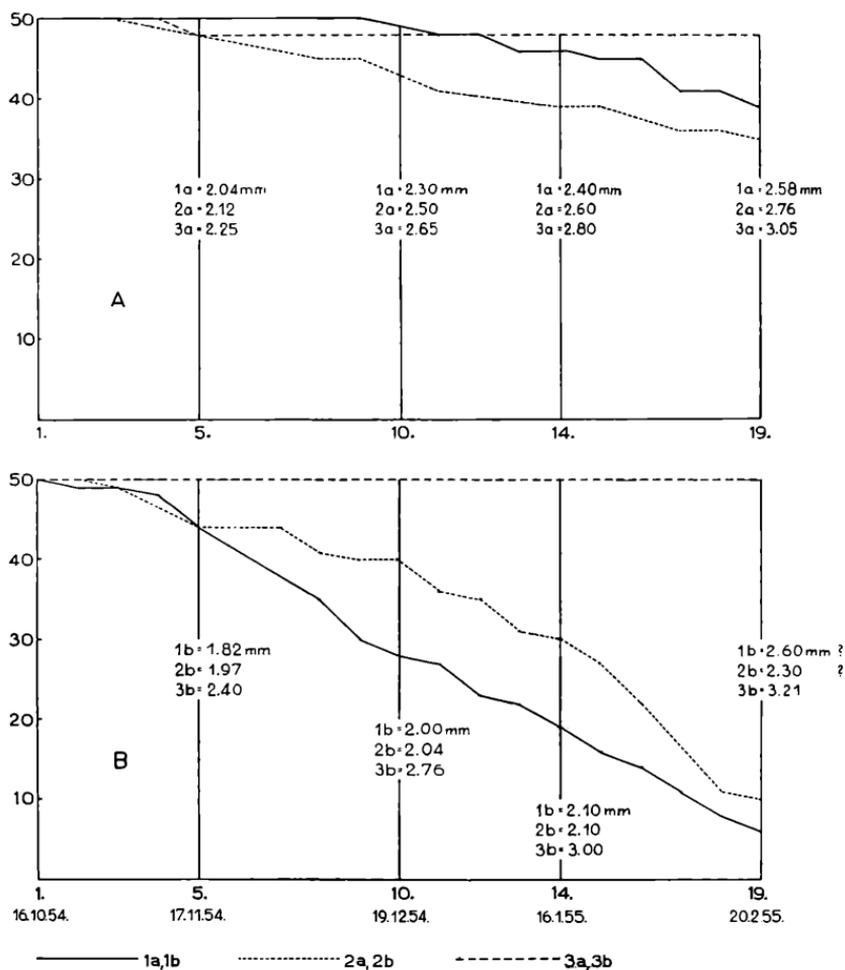
Es wurden Petrischalen von 7 cm Durchmesser, 4 cm Höhe und entsprechendem Glasdeckelverschluß etwa 1 cm hoch mit einem Bodenbelag versehen, der bei

- | | |
|---------------------------------------|----------------|
| 1 a aus Torfmull mit Quarzsand, | pH-Wert = 2,9, |
| 2 a aus normalem sandigen Ackerboden, | pH-Wert = 4,2, |
| 3 a aus normalem Lehmboden, | pH-Wert = 7,1 |

bestand.

In jedem Gefäß befanden sich ein flaches Stück Granit sowie eine vollständige Schale von etwa 4 cm Länge von *Mya arenaria* zum Verkriechen bzw. zur Kalkaufnahme. Als Futter dienten Makkaronistückchen, die nicht unmittelbar auf den

Bodenbelag, sondern zur bequemeren Entfernung der Futterreste auf Deckgläschen gelegt wurden. In dieser Versuchsreihe sollte festgestellt werden, ob die Schnecken den zum Aufbau ihres Gehäuses benötigten Kalk dem Boden oder der Muschelschale entnehmen. Um hierüber aber Klarheit zu gewinnen, war ein Parallelversuch (1 b — 3 b) mit den gleichen Böden wie vorher, mit Granitstückchen, aber ohne Muschelschalen notwendig.



Für jedes Gefäß wurden 50 junge Exemplare von *Oxychilus draparnaldi* verwendet, deren großer Gehäusedurchmesser zwischen 1,8-2,0 mm und deren Zahl der Umgänge zwischen $2\frac{1}{6}$ - $2\frac{1}{4}$ schwankte. Insgesamt gelangten also 300 nahezu gleichgroße junge Schnecken der genannten Art in den Versuch, der am 16. Oktober 1954 angesetzt und am 20. Februar 1955 abgeschlossen wurde.

Frisches Futter erhielten die Tiere jeden dritten oder vierten Tag. Bei den allwöchentlichen vorgenommenen Kontrollen wurde besonders darauf geachtet, wieviel Tiere sich an den Granitstückchen bzw. Muschelschalen, auf dem Boden-

belag und angeheftet an den Glaswänden befanden. Hierbei wurden auch die abgestorbenen Tiere entfernt. Allmonatlich erfolgte eine Messung der Gehäuse (großer Durchmesser).

Die Gefäße erhielten ihre Aufstellung in einem ungeheizten Wohnraum, in dem aber auch während der Wintermonate, in denen ja der Versuch durchgeführt wurde, eine Durchschnittstemperatur von 12-14° herrschte. Die Bedingungen waren also für die Tiere nicht ausgesprochen optimal.

Zur besseren Übersicht wurde der Verlauf des Versuchs graphisch dargestellt. Die Ordinate gibt die Anzahl der Tiere an, die Abszisse die Zeit bzw. die laufenden wöchentlichen Kontrollen. Die durch die allmonatlichen Messungen ermittelten durchschnittlichen Größenwerte der Schalen sind an der an den Messungstagen errichteten Senkrechten abzulesen.

Bei der Betrachtung der beiden graphischen Darstellungen, die erste sei mit A bezeichnet, die zweite mit B, zeigen sich erhebliche Unterschiede. Während sich bei A, das ist also die Versuchsserie 1 a — 3 a, in denen sich Muschelschalen befinden, die Sterblichkeit der Tiere nicht besonders augenfällig wird, ist diese bei B, den Gefäßen ohne Muschelschalen, in den Behältern 1 b und 2 b von auffällender Höhe. Man kann also nicht umhin, das Fehlen der kalkspendenden Muschelschalen oder den mangelnden Kalkgehalt des Bodens für diese hohe Sterblichkeit verantwortlich zu machen, denn in den Gefäßen 3 a und 3 b sind, abgesehen von 2 Tieren in 3 a, deren Absterben wohl im Rahmen einer normalen Mortalität liegt, keine Verluste zu beklagen.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß bei den wöchentlichen Kontrollen festgestellt werden sollte, an welchen Stellen im Gefäß sich die kleinen Schnecken jeweils aufhielten und ob hierbei bestimmte Plätze, wie z. B. das Granitstückchen, die Muschelschale oder der Boden besonders bevorzugt wurden. In der nachfolgenden Tabelle sind diese bevorzugten Stellen prozentual dargestellt, es handelt sich um Durchschnittswerte von 19 bis zum Anschluß des Versuches vorgenommenen Kontrollen.

Bezeichnung des Gefäßes	an der Muschelschale	am Granit- stück	auf dem Bodenbelag	an der Glaswand
	%	%	%	%
1 a	67	13	10	10
2 a	52	21	20	7
3 a	11	23	62	4

Für die Bevorzugung bestimmter Plätze spielen vermutlich neben den Granitstückchen, Muschelschalen und Kalkreichtum des Bodens auch noch andere Faktoren, wie evtl. vorhandene unterschiedliche Luftfeuchtigkeit sowie unabhängig vom Kalkgehalt verschiedene Bodenstruktur und deren Feuchtigkeitsgehalt in den Gefäßen eine gewisse Rolle. Es wurde selbstverständlich darauf gesehen, in allen Gefäßen eine gleichmäßige Bodenfeuchtigkeit zu halten. Bei Berücksichtigung dieser das Gesamtbild der oben angegebenen Übersicht möglicherweise etwas beeinflussenden Faktoren mögen die Prozentzahlen nur als grobe Mittelwerte aufgefaßt werden. Die Zahlenangaben sollen auch lediglich dazu dienen, die Kalkabhängigkeit der jungen Schnecken zu verdeutlichen, denn daß eine

solche Abhängigkeit vorhanden ist, kommt in der Übersicht trotz der angegebenen Eischränkungen deutlich zum Ausdruck.

In den Gefäßen 1 a und 2 a mit kalkarmen Böden bemühen sich die Schnecken, den notwendigen Kalk den Muschelschalen zu entnehmen. Aus diesem Grunde sitzt die Mehrzahl der Tiere an diesen Schalen. Bei 1 a ist dies besonders augenfällig. Es ist anzunehmen, daß die Schnecken die Muschelschalen auch als Unterschlupf benutzen. Daß sie sie aber hauptsächlich wegen der Befriedigung ihres Kalkbedürfnisses aufsuchen, geht aus den zahlreichen deutlichen Anätzungen an den *Mya*-Schalen in diesen beiden Behältern hervor. Im Gefäß 3 a dagegen wird die Muschelschale nur in geringem Umfange besucht. Gemessen an den kaum wahrnehmbaren Anätzungen scheint die Schale hier eher als Unterschlupf zu dienen als zur Entnahme des Kalkes. Den Tieren in 3 a steht offensichtlich in dem Lehm so ausreichend Kalk zur Verfügung, daß sie diesen als Kalkspender bevorzugen. Dies kommt in der Tabelle in dem hohen prozentualen Anteil der Tiere zum Ausdruck, die sich bei den jeweiligen Kontrollen bewegungslos mit verbreiteter Sohle auf dem Lehmboden befanden. Die gleiche Erscheinung ist auch bei 3 b, dem Gefäß mit Lehmboden, aber ohne Muschelschale, festzustellen. Auch hier befand sich ein fast gleichhoher Prozentsatz der Tiere auf dem Lehmboden (59%). Auch aus der Tatsache, daß die Schnecken in 2 a und 3 a die Granitstücke zu annähernd gleichen Anteilen als Unterschlupf benutzten, die Muschelschale dagegen in diesen beiden Gefäßen sehr unterschiedlich besuchen, geht hervor, daß in 2 a die Muschelschale hauptsächlich als Kalkspender dient. Daß die Tiere in 1 a das Granitstück weniger stark aufsuchen, ist wohl bei dem praktisch kalkfreien Bodenbelag auf die hier noch stärker wirkende Anziehungskraft der *Mya*-Schale zurückzuführen.

Über die Bevorzugung bestimmter Plätze in den Glas-Schalen 1 b — 3 b eine Übersicht zu geben, würde bei der hohen Sterblichkeit der Schnecken in 1 b und 2 b ein falsches Bild ergeben. Außerdem hatten ja die Tiere in diesen Gefäßen ohne Muschelschalen nicht die Möglichkeit, zwischen verschiedenen Unterschlupfen zu wählen, es stand ihnen lediglich das Granitstück zum Verkriechen zur Verfügung. Der Parallelversuch 1 b — 3 b macht die Kalkabhängigkeit der Gehäuseschnecken erst deutlich.

Im Zusammenhang mit dem Kalkbedürfnis der Tiere sei nun wieder auf die graphischen Darstellungen A und B hingewiesen. In B ist die Sterblichkeit bei 1 b und 2 b hoch, sie beginnt bereits einige Wochen nach Beginn des Versuches. Die Verluste bei 1 b sind stetig, die ständig fallende Kurve drückt sie deutlich aus. Der nahezu kalkfreie Bodenbelag sowie das kalklose Granitstück machen die hohe Mortalität erklärlich. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei 2 b. Wohl auf Grund des etwas höheren Kalkgehalts des Bodenbelages verläuft diese Kurve zunächst nicht so stark fallend, der Kalkgehalt des Bodens ist jedoch in keiner Weise ausreichend, das Kalkbedürfnis der Tiere zu befriedigen. Nach der 14. Versuchswoche wird die Sterblichkeit auch unter diesen Schnecken so hoch, daß sie von diesem Zeitpunkte an die Mortalität der im Gefäß 1 b befindlichen Tiere sogar übertrifft. Infolgedessen treffen sich beide Kurven fast. Ganz anders steht es jedoch mit den Schnecken in 3 b. Der lehmige Boden mit seinem hohen Kalkgehalt reicht auch ohne Muschelschale aus, den notwendigen Kalk für den Aufbau des Gehäuses zu liefern. Während der gesamten Dauer des Versuches ist auch nicht ein Tier in 3 b eingegangen, die hieraus sich ergebende

„Kurve“ muß also völlig waagrecht verlaufen. Die Wechselbeziehungen zwischen dem Kalkgehalt des Bodens und der Sterblichkeit der Tiere werden bei der graphischen Darstellung B offensichtlich.

Die graphische Darstellung A wurde bei der Besprechung der Tabelle bereits indirekt behandelt. Das Vorhandensein der *Mya*-Schalen in 1 a und 2 a beeinflußt die Mortalität der Tiere ganz wesentlich, kann sie aber nicht gänzlich unterdrücken. Hierbei ist die etwas höhere Sterblichkeit bei 2 a gegenüber 1 a bemerkenswert, sie dürfte wohl mehr zufällig sein. Daß das Vorhandensein der Muschelschale in 3 a praktisch ohne Bedeutung für die Tiere ist, da ihnen ja in dem Lehmboden genügend Kalk zum Aufbau ihrer Gehäuse zur Verfügung steht, wurde bereits erwähnt. Die beiden toten Tiere in diesem Gefäß bald nach Beginn des Versuches blieben bis zu dessen Beendigung die einzigen. Sie beeinflussen in keiner Weise das Versuchsergebnis und halten sich, wie bereits erwähnt, im Rahmen einer normalen Mortalität. Gerade die geringe Sterblichkeit in 3 a gegenüber 1 a und 2 a zeigt wieder die Wichtigkeit des Bodenkalkes für die Gehäusebildung.

Vergleicht man beide graphische Darstellungen noch einmal miteinander, so wird offensichtlich, daß die Muschelschalen bei kalkarmem Bodenbelag für die Schnecken von größter Wichtigkeit sind, daß die Tiere aber verhältnismäßig schnell absterben, wenn ihnen diese Kalkspender nicht zur Verfügung stehen. Ausschlaggebend für die Entwicklung des Tieres und für den Aufbau seines Gehäuses ist jedoch der Kalkgehalt des Untergrundes.

Die Intensität des Gehäusewachstums im Zusammenhang mit dem Kalkgehalt des Untergrundes ist ebenfalls aus der graphischen Darstellung zu ersehen. Im Verlauf der Kurven wurden, wie bereits erwähnt, in bestimmten Abständen die Durchschnittswerte aus den allmonatlichen Gehäusmessungen (großer Gehäusedurchmesser) angegeben. Auch hier zeigen sich deutliche Unterschiede in der Gehäusegröße im Zusammenhang mit dem Kalkgehalt des Bodens. Bei A sind diese Unterschiede infolge Vorhandenseins der Muschelschalen als Kalkspender nicht so offensichtlich, wenn auch die Tiere auf Lehmboden einwandfrei größere Gehäuse besitzen. Bei B dagegen zeigen sich in bezug auf die Gehäusegröße zwischen 1 b und 2 b einerseits und 3 b andererseits recht erhebliche Unterschiede. Man vergleiche nur die am 16. 1. 1955 gewonnenen Durchschnittswerte miteinander. Die auf Lehmboden lebenden Tiere sind fast um die Hälfte größer als die Schnecken in 1 b und 2 b. Der Kalkmangel in diesen beiden Gefäßen wirkt sich auf die Größe der Gehäuse stark aus. Die letzten am 20. 2. 1955 gewonnenen Durchschnittswerte bei 1 b (6 Tiere) und 2 b (10 Tiere) sind mit einem Fragezeichen versehen. Hier sind bei der großen Sterblichkeit der Tiere nur die kräftigsten und größten am Leben geblieben. Die Durchschnittswerte aus diesen wenigen Tieren zu den 50 am Leben gebliebenen Schnecken in 3 b würden deshalb keinen einwandfreien Vergleich darstellen. Trotzdem sind die von 50 Gehäusen erzielten Durchschnittsmaße bei 3 b wesentlich höher.

Die Versuche zeigen, daß Kalkarmut des Bodens die Sterblichkeit der jungen *Oxychilus draparnaldi* fördert und das Gehäusewachstum hemmt. Beides steht jedoch in ursächlichem Zusammenhang.

Daß die Kalkarmut des Bodens die hohe Mortalität in den Gefäßen 1 b und 2 b hervorgerufen hat, geht auch aus der Art und Weise des Absterbens der einzelnen Individuen hervor. Die Tiere sterben in diesen kalkarmen Gefäßen in der

Regel eines gewaltsamen Todes, und zwar auf folgende Weise. Um ihr Kalkbedürfnis zu befriedigen, sind die jungen *Oxychilus draparnaldi* gezwungen, den Kalk ihren Artgenossen zu entnehmen. Es konnte immer wieder in den Gefäßen 1 b und 2 b beobachtet werden, daß Exemplare auf den Gehäusen ihrer Artgenossen unbeweglich mit verbreiteter Sohle und eingezogenen Fühlern saßen, genau so, wie es wiederholt im Zusammenhang mit der Kalkaufnahme von der *Mya arenaria*-Schale oder kalkhaltigen Mörtelstücken und dergl. festgestellt werden konnte. Entfernt man nun dieses Tier, kann man auf dem Gehäuse des Artgenossen, auf dem die Schnecke gegessen hatte, häufig matte Flecke feststellen, die sich unter der Lupe als deutliche Anätzungen herausstellen. Da die Tiere hauptsächlich auf den Embryonalwindungen ihrer Artgenossen sitzen, diese Teile des Gehäuses jedoch sehr dünnchalig sind, ist die Gehäusewandung an dieser Stelle bald durchgeätzt. Es entsteht ein Loch, unter dem der Weichkörper des Tieres frei daliegt. Die darübersitzende Schnecke frisst nun in der Regel von diesen Weichteilen, so daß das angegriffene Tier nach einiger Zeit abstirbt. Beläßt man diese toten Tiere im Gefäß, sammeln sich um diese bald die übrigen Gefäßinsassen. Sie verzehren nicht nur den Weichkörper, sie nehmen auch, sofern ihnen Gelegenheit geboten wird, per os allmählich die ganze Schale auf. Bei den in Rede stehenden Versuchen wurden jedoch die toten Tiere alsbald entfernt. Die Gehäuse dieser Schnecken sollten als zusätzliche Kalkquellen die Versuche nicht beeinflussen.

In den Gefäßen mit Lehm Boden wurden derartige Anätzungen niemals beobachtet; die Sterblichkeit war unter diesen Tieren gleich Null. Auch in den Gefäßen 1 a und 2 a mit Muschelschalen wurden Anätzungen der Gehäuse nicht mit Sicherheit festgestellt. In 1 b und 2 b dagegen konnten ganze Ketten von Tieren, bei denen das eine auf dem Gehäuse des anderen saß, beobachtet werden. Es steht für mich außer Frage, daß die Kalkarmut des Bodens sowie das Fehlen sonstiger Kalkquellen die Tiere zwang, ihren Kalkbedarf den Artgenossen zu entnehmen. Die Durchätzung der Gehäuse führte zur Freilegung des Weichkörpers und somit bei der bei *Oxychilus draparnaldi* ohnehin vorhandenen Neigung zur Carnivorie zwangsläufig zum Kannibalismus, eine Erscheinung, die in Gefäßen, wo ausreichend Kalk zur Verfügung stand, niemals festgestellt werden konnte.

Es wurde eingangs darauf hingewiesen, daß die Tiere trotz reichlichen Futters auch mitunter große Mengen Erde aufnehmen. Wahrscheinlich benötigen die Schnecken die darin enthaltenen organischen Bestandteile. Es ist aber auch möglich, daß sie hierbei gleichzeitig den vorhandenen Kalk ausnutzen. Es wurde eben erwähnt, daß die Tiere auch den Kalk der Gehäuse abgestorbener Mitinsassen aufnehmen können, indem sie diese restlos verzehren. Es geschieht dies hauptsächlich bei Kalkmangel, wodurch die Tiere gezwungen sind, sich den Kalk auf diese Art und Weise zu verschaffen. Es erscheint mir deshalb die Annahme nicht ganz abwegig, daß die Schnecken auch den mit der Erde aufgenommenen Kalk verwerten. In 1 b ist der Bodenbelag praktisch kalkfrei. Es ist deshalb nicht ausgeschlossen, daß auch das Ausscheiden dieser Möglichkeit, mit der Erde Kalk aufzunehmen, die hohe Mortalität in diesem Gefäß mitverursacht hat.

Noch ein Wort zum Futter. Die Tiere wurden, wie erwähnt, ausschließlich mit Makkaronistückchen gefüttert. Es braucht wohl nicht besonders betont zu

werden, daß in allen 6 Gefäßen die Tiere die gleiche reichliche Menge Makkaroni in gleichen Zeitabständen bekamen. Da nach der Ansicht TRÜBSBACH's der Kalk der Nahrung zur Gehäusebildung ausreicht, wurde der Kalkgehalt der Makkaronistücke festgestellt.

Die aus einer bestimmten Menge Makkaroni gewonnene Asche beträgt 0,8% des ursprünglichen Gewichts. In der Asche sind 0,45% Kalk enthalten. Mithin besitzen die Makkaroni 0,0036% Kalk. Diese Mengen genügen offensichtlich nicht, wie die Tiere in den Gefäßen 1 b und 2 b beweisen, das Kalkbedürfnis der jungen *Oxychilus draparnaldi* zu befriedigen.

Man könnte den Einwand machen, die Sterblichkeit unter den jungen Tieren in 1 b und 2 b wäre bei Darreichung kalkreicheren Futters geringer gewesen. Das ist vielleicht möglich. Die durch den Versuch erbrachte Tatsache bleibt jedoch bestehen, daß auf kalkreichem Boden bei Darreichung gleichen kalkarmen Futters die Sterblichkeit unter den Tieren gleich Null ist und die Gehäuse größer sind als aus kalkarmem Untergrund; mit anderen Worten, daß nicht der Kalkgehalt des Futters, sondern der des Bodens die Entwicklung der jungen *Oxychilus draparnaldi* beeinflusst hat.

Zweifellos verwerten die Gehäuseschnecken den mit der Nahrung aufgenommenen Kalk für ihre Schale, es ist auch möglich, daß manchen Arten diese Kalkmengen zum Gehäuseaufbau ausreichen. Ich möchte jedoch annehmen, daß der Bodenkalk für viele gehäusetragende Landpulmonaten von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Wenn auch bisher nur festgestellt werden konnte, daß der Kalk von der Sohle der Schnecken aufgelöst wird, dagegen noch keine Beobachtungen vorliegen, ob dieser aufgelöste Kalk in irgendeiner Form auch wirklich aufgenommen wird, so ist dieses doch anzunehmen, denn zu welchem Zwecke suchen die Tiere immer wieder die kalkhaltigen Stoffe auf, doch nur, um an ihnen ihr Kalkbedürfnis zu befriedigen. Auch bei Untersuchungen außerhalb dieses Versuches konnte immer wieder die große Anziehungskraft kalkhaltiger Stoffe auf die Tiere (*Oxychilus draparnaldi*) festgestellt werden. Mitunter saßen die Schnecken in solchen Mengen auf oder unter den *Mya*-Schalen, daß von diesen kaum noch etwas zu sehen war, obwohl den Tieren auch andere Unterschlupfmöglichkeiten zur Verfügung standen. Letztere wurden, wie bei dem Versuch, in nur geringem Maße besucht. Die deutlich sichtbaren Anätzungen auf der *Mya*-Schale zeigten auch in diesen Fällen, daß in erster Linie der Kalk die Tiere anlockte.

Die von mir durchgeführten Versuche sollten zeigen, daß *Oxychilus draparnaldi* befähigt ist, sowohl dem Boden als auch kalkhaltigen Stoffen aktiv Kalk zu entnehmen. Inwieweit diese Fähigkeit auch für die anderen Gehäuseschnecken zutrifft, müßte durch weitere Untersuchungen besonders mit solchen Arten, die spezielle Ansprüche an ihren Biotop stellen, ermittelt werden. BROCKMEIER und KÜHNELT beobachteten diese Art der Kalkaufnahme, wie schon erwähnt, bei verschiedenen Gattungen der Heliciden. Ich möchte annehmen, daß auch die meisten anderen Gehäuseschnecken einem kalkhaltigen Substrat mit Hilfe bestimmter Sohlendrüsen Kalk entnehmen können. Vielleicht kommt dieser Art der Kalkaufnahme im Biotop eine weit größere Bedeutung zu als bisher angenommen wurde.

Z u s a m m e n f a s s u n g .

Es wird kurz auf die in der Literatur bestehenden verschiedenen Ansichten über die Rolle des Kalkes für den Aufbau der Schneckenschale eingegangen.

Beobachtungen von BROCKMEIER und KÜHNELT sowie eigene Untersuchungen hatten ergeben, daß schalentragende Landpulmonaten vermutlich mit Hilfe von Sohlendrüsen Kalk von kalkhaltigen Stoffen auflösen können, um diesen wahrscheinlich für den Aufbau des eigenen Gehäuses zu verwenden. Zur Feststellung, ob Gehäuse-schnecken auf diese Weise auch den Bodenkalk ihres Biotops auszunutzen vermögen, wurde ein Versuch mit sehr jungen *Oxychilus draparnaldi* auf verschiedenen Böden mit unterschiedlichem Kalkgehalt durchgeführt:

1 a Torfmull mit Quarzsand,	pH = 2,9,
2 a normaler sandiger Ackerboden,	pH = 4,2
3 a normaler Lehmboden,	pH = 7,1.

Als Versuchsgefäße dienten Glasschalen, in die auf dem jeweiligen Bodenbelag eine Schale von *Mya arenaria* und ein Granitstückchen zur eventuellen Kalkaufnahme oder zum Verkriechen gelegt wurden. Ein Parallelversuch (1b — 3 b) mit den gleichen Böden, aber ohne Muschelschalen, diente als Vergleich. In jedes Gefäß wurden 50 junge *Oxychilus draparnaldi* gesetzt, deren großer Gehäusedurchmesser etwa 1,8-2,0 mm betrug. Als Futter dienten Makkaroni-stückchen.

Bei wöchentlichen Kontrollen wurden die von den Tieren bevorzugten Plätze (z. B. Granitstücke, Muschelschalen) festgestellt. Tote Exemplare wurden entfernt. Allmonatlich wurden die Schnecken gemessen und die aus den wöchentlichen und monatlichen Kontrollen ermittelten Werte in graphischen Darstellungen festgehalten. Die Versuchsserie mit Muschelschale wurde mit A, die ohne Muschelschale mit B bezeichnet.

Insgesamt 19 wöchentliche Kontrollen zeigten, daß in Serie A die Tiere in 1 a und 2 a durchschnittlich zu 67% bzw. 52% die Muschelschale bevorzugten, 13% bzw. 21% besuchten die Granitstücke. Die restlichen Tiere saßen auf dem Bodenbelag oder an der Glaswand angeheftet. In 3 a dagegen befanden sich durchschnittlich nur 11% der Tiere an der *Mya*-Schale, 23% am Granitstück, aber 62% auf dem Bodenbelag. Der Lehmboden sagte den jungen *Oxychilus draparnaldi* mehr zu als die Muschelschale. Während bei 1 a und 2 a die Muschelschalen deutliche Anätzungen zeigten, war dies bei 3 a nicht der Fall.

Die Sterblichkeit der Tiere war bei A infolge Vorhandenseins der Muschelschalen als Kalkspender auch in den Gefäßen mit kalkarmem Boden verhältnismäßig gering. In B dagegen wirkte sich das Fehlen der Muschelschalen in den Gefäßen mit kalkarmem Bodenbelag in einer hohen Mortalität unter den Tieren aus. Graphische Darstellungen verdeutlichen diese Unterschiede. In den Glasschalen mit Lehmboden dagegen war die Sterblichkeit gleich Null.

Unterschiede in der durchschnittlichen Gehäusegröße waren in den Gefäßen mit Muschelschalen, dem Kalkgehalt des Bodens entsprechend, vorhanden. Besonders deutliche Gehäuseunterschiede zeigten sich jedoch bei den Tieren in der Serie B ohne Muschelschale. Hier waren die auf kalkreichem Lehmboden leben-

den Schnecken ihren Artgenossen von kalkarmen Böden in der Größe stark überlegen.

Die Mortalität der Tiere in den Gefäßen mit kalkarmem Bodenbelag ohne Muschelschale ist auf Kalkarmut zurückzuführen. Es wurde festgestellt, daß die Tiere den notwendigen Kalk ihren Mitinsassen entnehmen. Mit verbreiteter Sohle saßen die Schnecken häufig auf den Gehäusen ihrer Artgenossen und durchätzten sie. Die hierdurch freigelegten Weichteile wurden herausgefressen. In Gefäßen mit ausreichend Kalk wurden derartige Erscheinungen nicht beobachtet.

Da die Schnecken häufig per os Erde aufnehmen, wird die Vermutung ausgesprochen, daß die Tiere neben den organischen Bestandteilen auch den in der Erde vorhandenen Kalk verwerten.

Der Kalkgehalt der Makkaroni mit 0,0036% reichte nicht aus, das Kalkbedürfnis der auf kalkarmen Böden ohne Muschelschale lebenden Tiere zu befriedigen. Nicht der Kalkgehalt des Futters, sondern der des Bodens beeinflusste die Entwicklung der jungen *Oxychilus draparnaldi*.

Es wird die Ansicht vertreten, daß nicht nur für *Oxychilus draparnaldi*, sondern auch für viele gehäusetragende Landpulmonaten der Bodenkalk von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Aus der Tatsache, daß kalkhaltige Stoffe aus kalkarmen Böden eine starke Anziehungskraft auf die Schnecken ausüben, geht zweifellos hervor, daß der von bestimmten Sohlendrüsen aufgelöste Kalk auch von den Tieren aufgenommen und verwertet wird.

Der geschilderte Versuch hat gezeigt, daß *Oxychilus draparnaldi*, vermutlich gilt dies aber auch für die meisten anderen schalentragenden Landlungenschnecken, dem Substrat aktiv Kalk entnehmen können. Dieser Art der Kalkaufnahme dürfte bei den Gehäuseschnecken größere Bedeutung zukommen als bisher angenommen wurde.

Schriften.

- BROCKMEIER, H.: Wie gewinnen unsere Landschnecken den Kalk für ihre Gehäuse? — Naturfreunde, Witten a. d. Ruhr, 1903.
- KÜHNELT, W.: Über Kalklösung durch Landschnecken. — Zool. Jb. (Syst.), 63 (2). 1932.
- LAIS, R.: Die Beziehungen der gehäusetragenden Landschnecken Südwestdeutschlands zum Kalkgehalt des Bodens. — Arch. Moll., 75. 1943.
- GEYER, D.: Unsere Land- und Süßwasser-Mollusken. Stuttgart, 1927.
- RENSCH, B.: Über die Abhängigkeit der Größe, des relativen Schalengewichts und der Oberflächenstruktur der Landschneckenschalen von den Umweltfaktoren. — Z. Morph. Ökol. 25. 1932.
- TRÜBSBACH, P.: Der Kalk im Haushalt der Mollusken. — Arch. Moll., 75. 1943; 76. 1947.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1955

Band/Volume: [84](#)

Autor(en)/Author(s): Schmidt H.A.

Artikel/Article: [Zur Abhängigkeit der Entwicklung von Gehäuseschnecken vom Kalkgehalt des Bodens. 167-177](#)