

# Archiv für Molluskenkunde

der

Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft

Herausgegeben von Dr. W. WENZ und Dr. A. ZILCH

---

## Der Kalk im Haushalte der Mollusken.

Von Paul Trübsbach, Chemnitz.

Es ist eine nicht zu seltene Erscheinung, daß in manchen Disziplinen der Naturwissenschaften, wo das sammlerische und nomenklatorische Interesse überwiegt, die allgemeinen Fragen vielfach völlig in den Hintergrund gedrängt werden. Zwar sind in früherer Zeit hierfür gewisse Begriffe geprägt und Theorien aufgestellt worden, die dem damaligen Stande der Erkenntnis genügten, die aber dem derzeitigen Stande der Wissenschaft nicht entsprechend geändert wurden und sich wie eine ewige Krankheit von Generation zu Generation und von einer Literaturangabe zur anderen weiter vererbt haben.

Zu diesen umstrittenen und unklaren Auffassungen gehört auch die Frage nach dem Einflusse des Kalkes im Haushalte der Mollusken.

Diese Frage ist von den verschiedenen Autoren recht unterschiedlich beantwortet worden. Ich will als Kronzeugen nur die Handbücher der deutschen Molluskenkunde hervorheben, die sich wohl in den Händen sämtlicher deutschen Malakozoologen befinden: CLESSIN, GEYER und BROHMER-EHRMANN.

CLESSIN kennzeichnet seinen Standpunkt (S. 9) dahin, daß er der chemischen Seite des Bodenkalkes auf die Bildung des Gehäuses den Hauptwert zuspricht.

Dagegen schreibt GEYER (S. 15) ausdrücklich, daß die Schalenbildung von der Kalkdecke des Bodens beeinflußt sei, lediglich Vermutung ist. Er steht vielmehr auf dem Standpunkte, daß den geologischen Formationen ausschließlich physikalische Bedeutung zukomme.

EHRMANN spricht sich (S. 17) folgendermaßen dahin aus: „Ob sich die Bedeutung des Kalkbodens für das Schneckenleben allein

auf seine mechanisch-physikalischen Eigenschaften gründet, wie man heute fast allgemein anzunehmen geneigt ist, oder ob und in welchem Maße eine unmittelbare chemische Auswertung des Kalkcarbonates für den Gehäusebau erfolgt, ist heute noch nicht zu entscheiden“. Er drückt sich hier verhältnismäßig vorsichtig aus, im persönlichen Gespräche vertrat er aber den ausschließlichen chemischen Einfluß des Kalkes, und aus seinem Werke, das im übrigen unerreicht für Jahrzehnte hinaus das Standardwerk bleiben wird, geht diese Auffassung mit aller Sicherheit hervor, denn er bezeichnet die einzelnen Arten, soweit er dies für angezeigt hält, als „kalkstet“, „kalkhold“ oder „gesteinsindifferent“. Diese Bezeichnungen haben sich vielfach eingebürgert und sind noch bis in die letzten Veröffentlichungen im „Archiv für Molluskenkunde“ zu verfolgen.

Demgegenüber hat bereits W. WÄCHTLER in seiner Gastropodenfauna des sächsischen Vogtlandes 1925 darauf hingewiesen, daß er den Einfluß des Kalkes der Bodenformation auf die Bildung des Gehäuses für unwahrscheinlich hält und im Hinblick auf ein bestimmtes Beispiel im negativen Sinne bewertet (S. 13).

Ich selbst habe in meiner Arbeit über die geographische Verbreitung der Gastropoden im Gebiete der Zschopau 1934 mich schon sehr ausführlich mit diesem Problem beschäftigt und will, da sowohl WÄCHTLERS wie meine Arbeit abseits der großen Heeresstraße veröffentlicht wurden und somit das stiefmütterliche Schicksal fast aller Lokalfaunen teilen, an dieser Stelle die Angelegenheit einer zeitgemäßen Lösung zuführen.

Zu diesem Zwecke muß man aber den Fragenkomplex auf eine etwas breitere Grundlage stellen, und es müssen Vergleiche herangezogen werden auch aus anderen Gebieten der Lebewesen, die an sich mit Mollusken nichts zu tun haben, auch werde ich genötigt sein aus meiner eben angeführten Arbeit manches zu wiederholen, da sich diese nicht in allen Händen befindet und ich s. Z. der großen Nachfrage nach Sonderdrucken, die auf Grund einer Besprechung im Archiv 1935 erfolgte, nur zum allergeringsten Teile entsprechen konnte.

Wenn man das gestellte Thema behandeln will, so sind 2 Fragen zu beantworten:

1. Welche Rolle spielt der geologische Kalk beim Aufbau der Schale?
2. Welchen Einfluß hat der geologische Kalk resp. überhaupt jede geologische Formation als Anziehungspunkt für die Mollusken sich dort anzusiedeln?

Es handelt sich also hier um eine physiologische (chemische) und eine ökologische (physikalische) Fragestellung.

## I.

Bei Behandlung der ersten Frage, wird es sich nicht umgehen lassen auch die Pflanzenwelt in den Bereich der Betrachtungen einzubeziehen, da sie die Grundlage bildet für die Existenz der gesamten Tierwelt. Die Erörterungen sollen jedoch nur in bescheidenen Grundzügen erfolgen und alles weniger wichtige beiseite lassen. Die Pflanze kennzeichnet sich dadurch, daß sie den Kohlenstoff in Form von Kohlensäure aus der Luft durch die Blätter aufnimmt und durch Reduktion nach Maßgabe des Verwendungszweckes in die verschiedensten chemisch gut charakterisierten organischen Verbindungen umwandelt. Das Wasser und die anorganischen Nährsalze dagegen werden durch die Wurzeln dem Pflanzenkörper zugeführt, insbesondere auch der Kalk. Die Pflanze ist mehr oder weniger empfindlich für die chemische Reaktion des Bodens, die man je nach dem Stande der Wasserstoff-Ionenkonzentration (P H Wert) als alkalisch oder sauer anspricht. Alkalische Reaktion herrscht dort, wo die Basen dominieren, saure Reaktion, wo die Basen zurücktreten und Säuren (Kieselsäure und Humus-säure) die Reaktion bedingen. Basische Reaktion ist auf ausgesprochenen Kalkböden (Muschelkalk, Jura, Kreide) zu finden, saure auf Silikatböden und Torf (im weitesten Sinne). Man unterscheidet deswegen in der Botanik kalkliebende und kalkfeindliche Pflanzen. Es wäre aber ein Irrtum annehmen zu wollen, daß die letzteren den Kalk fliehen und nicht nötig hätten. Das Gegenteil ist der Fall, denn die kalkfeindlichen Pflanzen gebrauchen den Kalk ebenso wie die kalkliebenden zu ihrer Existenz, nur die saure Reaktion des Bodens ist für sie das entscheidende. Wie stark diese Reaktion mitspricht, ergibt sich aus dem Umstande, daß man Sauergräser und andere kalkfeindliche Pflanzen mit völliger Sicherheit beseitigen kann, wenn man die Säure des Bodens durch Zugabe von Kalk abstumpft und alkalische Reaktion erzielt.

Zum Aufbau der organischen Substanz, Protoplasma, Chlorophyll, Cellulose, Lignin, Zucker, Stärke usw. wird Kalk nicht benötigt und fehlt den genannten Stoffen vollständig. Und trotzdem macht sich Kalkmangel bei den Pflanzen empfindlich bemerkbar, und es können hierdurch bedingt sogar Vergiftungs-Erscheinungen auftreten.

Es möchte hierbei besonders erwähnt werden, daß die Pflanze je nach ihrer Eigenart nicht alle anorganischen Stoffe wahllos aus dem Boden aufnimmt, die dieser bereitstellt, sondern ganz unabhängig von der zu Gebote stehenden Menge nur die Stoffe mengenmäßig resorbiert, die ihrem jeweiligen Bedürfnisse entsprechen.

Wenn also, wie eben erwähnt, der ungenügende oder fehlende Gehalt des Bodens an Kalk sich bei der Pflanze bemerkbar macht, so muß er demnach im Haushalte derselben eine nicht zu vernachlässigende Rolle spielen. Durchschneidet man die Wurzel einer Pflanze oder den Stengel oder das Blatt, so wird man saure Reaktion, d. h. einen PH Wert unter 7 vorfinden. Alle Teile der Pflanze reagieren somit sauer, abgesehen von absterbenden Teilen, die ihre Funktion verloren haben. So geht die zunächst saure Reaktion des roten Blütenkelches von *Pulmonaria* (Lungenkraut) in die basische über unter Verwandlung des roten Farbstoffes in einen blauen, wenn der Blütenkelch abstirbt. Diese saure Reaktion des Pflanzenkörpers ist völlig unabhängig von der Bodenart, auf der die Pflanze wächst. Auch auf dem alkalischen Kalkboden, aus dem der Kalk aufgenommen wird, reagiert der Wurzelsaft sauer. Es muß also der aufgenommene kohlensaure Kalk durch die im Pflanzenkörper vorhandene organische Säure zu einem organischen Kalksalz umgewandelt worden sein. In der lebenden Pflanze wird man, gleichviel auf welchem Boden sie wächst, niemals in der lebenden Substanz kohlensauren Kalk als solchen vorfinden, denn kohlensaurer Kalk und die Säure des Pflanzenkörpers können begrifflicherweise nicht nebeneinander bestehen. Verascht man jedoch einen Teil der Pflanzen, so findet man den Kalk als kohlensauren Kalk vor, ein Zeichen, daß er in der lebenden Pflanze als Salz einer organischen Säure vorhanden war, die beim Veraschen verbrannte und deren Verbrennungsprodukt Kohlensäure war, die sich mit dem Kalke vereinigte. Gewiß findet man in der Asche den Kalk auch z. T. gebunden an Phosphorsäure und Schwefelsäure vor. Das kommt daher, daß diese beiden Säuren sich beim Veraschen der Pflanzensubstanz z. T. erst gebildet und mit dem Kalke vereinigt haben, ursprünglich jedoch im Nucleoalbumin (als Phosphor) und Lecithin (einem kompliziert zusammengesetzten Phosphorsäureester) und, soweit die Schwefelsäure in Frage kommt, als Schwefel in der Eiweißsubstanz enthalten waren.

Wenn man auf diesem Wege rein analytisch nach dem Zwecke des Kalkes im Haushalte der Pflanze fragt, so bleibt unter Be-

rücksichtigung der völlig klaren Tatsache, daß Kalk zum Aufbau der organischen Bestandteile der Pflanze keinerlei Rolle spielt, nur die Annahme übrig, daß der Kalk dazu dient die organischen Säuren des Pflanzenkörpers zu binden. Durch diese dauernde Bindung entsteht zur Vermeidung eines Gleichgewichtszustandes ein sich fortwährend erneuerndes Konzentrationsgefälle, das nötig ist um die Saugung der Wurzeln zu erhalten. Man könnte aber auch umgekehrt sagen, indem man Ursache und Wirkung vertauscht, das benötigte Konzentrationsgefälle in den Wurzeln (also der osmotische Druck) ist die Ursache, daß der leicht zu neutralisierende Kalk aufgenommen wird um automatisch wieder aus dem Konzentrationsgefälle zu verschwinden und dieses dauernd auf dem osmotischen Drucke zu halten.

Auffallend ist weiterhin, daß der Kalk in den Samen der Pflanzen nicht allzureich vorkommt, dagegen sehr reichlich im Kormus, insbesondere im Stengel und in den Blättern sowie in den Früchten enthalten ist. Da fast ausnahmslos die Kalksalze der mehrbasischen organischen Säuren — die einbasischen spielen im Haushalte der Pflanze keine oder nur eine ganz untergeordnete Rolle — vielfach ziemlich wasserunlöslich sind, so liegt die Annahme nahe und erscheint gerechtfertigt, daß der Kalk außerdem noch zur Festigung der Gewebsteile dient.

Die gesamte Tierwelt ist, da sie die organische Substanz nicht selbst aufbauen kann, in Bezug auf die Ernährung vollkommen auf die Pflanze angewiesen, sei es unmittelbar bei den Pflanzenfressern, sei es mittelbar bei den Fleischfressern. Bei dieser Nahrungsaufnahme gelangen nicht nur die organischen Nährsubstanzen (Protein, Fett, Kohlehydrate usw.) in den tierischen Körper, sondern auch alle anorganischen Stoffe, also die Mineralsalze und insbesondere auch der in den Pflanzen enthaltene Kalk. Es ist kein Fall bekannt, daß Tiere in freier Wildbahn anorganische Stoffe zu sich nehmen. Einige Ausnahmen sind nur scheinbar. Der Darm des Regenwurm ist normalerweise gefüllt mit Erde, die er zu sich nimmt nicht um die Mineralstoffe zu seiner Ernährung zu verwerten, sondern um die in derselben enthaltenen geringen Mengen organischer Substanz zur Ernährung nutzbar zu machen. Alle Hühner, Tauben, Strauße nehmen mehr oder weniger große Gesteinskörner auf, auch hier nicht zur Ernährung, sondern um dieselben wie Mühlsteine im Magen zur Zerkleinerung der Nahrung sich auswirken zu lassen. Richtig ist, daß unsere *Chondrina*-Arten viel Kalk in Form von kohlen-saurem Kalk zu sich nehmen, das geschieht

aber nicht bewußt, sondern unter dem Zwange der äußeren Umstände. Diese Arten leben, wie EHRMANN sehr richtig angibt, von den kleinen Kalkflechten. Wer einmal an Kalkfelsen gesammelt hat, weiß, wie dort alles vom Kalkstaub überzogen ist und somit auch die Flechten. Es ist demnach kein Wunder, daß die *Chondrina*-Arten beim Abnagen der Flechten eine Menge Kalk zu sich nehmen müssen. Untersucht man deren Fäces, so findet man darin größere Mengen von kohlen-saurem Kalk. Im Jahre 1932 war ich in Mittenwald und fand dort an niedrigen Pflanzen auf der Oberfläche der Blätter sitzend in großer Menge *Fruticicola unidentata* DRAP. und *Fr. sericea* DRAP., die äußerlich ebenso wie die Pflanzen vollständig mit Kalkstaub verschmutzt waren. Da beide Arten bei uns in Sachsen selten sind, nahm ich sie mit nach Hause in lebendem Zustande um sie hier zu reinigen. Auch hier waren die Fäkalien stark kalkhaltig genau so wie bei *Chondrina*. Diese dünnschaligen Fruticicolen, die auch auf Urgestein vorkommen, geraten sicher nicht in den Verdacht, absichtlich Kalk gefressen zu haben um ihr Gehäuse aufzubauen, vielmehr handelt es sich bei der Kalkaufnahme um eine Zufälligkeit bedingt durch die Verschmutzung der Futterpflanze mit Kalkstaub.

Betrachten wir unsere Säugetiere einschließlich aller Vertebraten, die ein starkes inneres Skelett auf Kalkgrundlage aufbauen, so wird niemand etwas dagegen einwenden können, daß dieser Kalk nicht absichtlich in Form von anorganischen Kalkverbindungen gesondert aufgenommen wird, sondern nur aus der pflanzlichen oder tierischen Nahrung stammt. Auch das Geweih der Hirsche, das diese binnen wenigen Monaten setzen, besteht zu einem beträchtlichen Teile aus Kalk. In unserem Erzgebirge, das noch einen schönen Bestand an Rotwild aufweist, würde dieses garnicht in der Lage sein Kalk in anorganischer Form aus dem Boden zu sich zu nehmen.

Nun nimmt der Mensch, allerdings ohne seine Absicht, täglich eine gewisse Menge anorganischen Kalkes im Trinkwasser auf, dessen Härte, bedingt durch den Kalkgehalt, in Deutschland zwischen 1 bis 100 Härtegraden schwanken kann, d. h. im Liter sind 0,01 bis 1,0 Gramm Kalk (CaO) enthalten. Wenn der erwachsene Mensch täglich 2 Liter Wasser in irgend einer Form zu sich nimmt, so wären das 0,02 bis 2,00 Gramm Kalk, d. h. im Jahre 7,3 bis 730 Gramm. Würde dieser anorganische Kalk zum Aufbau des Skelettes verwendet, so müßten die Bewohner von Merseburg, wo ein Trinkwasser mit 45 Härtegraden läuft, einen enorm starken

Knochenbau haben gegenüber den Bewohnern des Erzgebirges, wo nur ganz kalkarmes Wasser vorhanden ist. Ich brauche diesen Widersinn nicht besonders zu unterstreichen. Auch die ärztliche Wissenschaft hat in genauen Beobachtungen festgestellt, daß die Härte des Wassers ohne den geringsten Einfluß auf die Konstitution und das Wohlbefinden des Menschen ist. Auch das physiologische Verhalten des menschlichen Blutes bez. des Kalkgehaltes gibt allerwärts einen ganz konstanten Wert. Bei dieser Gelegenheit möchte darauf hingewiesen werden, daß durchaus nicht alles, was der Mensch und ebenso auch jedes Tier zur Nahrung aufnimmt, auch wirklich dem Körper zugeführt wird. Der Nahrungsmittelbrei im Magen und im Darm ist noch nicht Bestandteil des menschlichen oder tierischen Organismus, er wird es erst, wenn seine Bestandteile von dem Darmepithel in die Blut- oder Lymphbahn resorbiert und assimiliert werden. Alles andere sind Fremdstoffe, die als unbrauchbar in Form der Fäces den Körper verlassen.

Die Milch unserer Kühe illustriert den Fall recht deutlich. Die Mineralbestandteile der Milch betragen durchschnittlich 0,75%. In dieser Asche beträgt der Kalkgehalt über 25%. Es sind also in 1 Liter Milch enthalten 0,1875 Gramm Kalk. Da eine Kuh durchschnittlich 8 Liter Milch täglich gibt, so wäre das jährlich, wenn man in Rücksicht auf das Trockenstehen nur 300 Tage im Jahre rechnet, 450 Gramm Kalk, die die Kuh mit der Milch abscheidet. Diese Kalkmenge entstammt ausschließlich der pflanzlichen Nahrung, die von der Kuh aufgenommen wird. L. FRANK hat in der Chemiker-Zeitung 1910, 34, 979, mitgeteilt, daß durch Zugabe von Schlemmkreide (also kohlen-sauren Kalk) zu kalkarmem Futter der Kalkgehalt der Milch nicht erhöht wird. Auch wird in der Literatur (KÖNIG, die Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel, Nachtrag zu Band I, S. 341) ausdrücklich darauf hingewiesen, daß der Kalkgehalt der Asche mit fortschreitender Laktation sich annähernd auf gleicher Höhe hält.

Ich will weiter auf unsere in freier Wildbahn lebenden Hühner und Tauben hinweisen, insbesondere auf die, welche auf kalkarmem Boden leben und somit gar keine Gelegenheit haben Kalk in anorganischer Form zu sich zu nehmen. Unsere Rebhühner, Fasanen und Wildtauben legen Eier, deren Schale im wesentlichen aus kohlen-saurem Kalk besteht. In unserem Gau Sachsen gibt es kaum eine Landschaft, wo diese Vögel in der Lage wären anorganischen Kalk zur Bildung der Kalkschale aufzunehmen, sie sind zu deren Bildung vielmehr ganz ausschließlich auf die organische Nahrung angewiesen.

Die Schale des Hühnereies wiegt durchschnittlich 5 Gramm. Von einem normalen Haushuhn erwartet man jährlich mindestens 150 Eier, d. h. ein Huhn produziert zur Bildung der Eierschalen jährlich 750 Gramm kohlensauren Kalk, der der pflanzlichen oder tierischen Nahrung entnommen ist.

	Zahl der Eier	Gewicht 1 Schale	Gesamt-Gewicht der Schalen
Rebhuhn	10—20	1,435 g	14,35—28,70 g
Fasan	8—12	2,863 g	22,90—34,36 g
Hohltaube .	2— 3	1,150 g	2,30— 3,45 g
Ringeltaube	2— 3	1,281 g	2,56— 3,84 g*)

Diese Liste ließe sich beliebig verlängern, wobei zu bedenken ist, daß die Zahl der Eier, also eines Geleges, binnen kurzer Frist erfolgen muß.

Ich will durch all diese Angaben beweisen, daß in der pflanzlichen Nahrung mehr als genügend Kalk vorhanden ist, um das innere Skelett der Wirbeltiere aufzubauen und auch der Nachkommenschaft entweder durch Absonderung kalkreicher Milch deren Aufbau zu gewährleisten resp. bei den Vögeln den Embryo in dessen Entwicklungszeit durch eine feste Kalkschale zu schützen.

Was von der Bildung des inneren Skelettes der Wirbeltiere gilt, muß begreiflicherweise auch für das äußere Skelett der Mollusken, also für die Schale Geltung beanspruchen. Derartige Schlußfolgerungen sind ganz allgemein in der Wissenschaft üblich und notwendig, denn in allen Einzelheiten läßt sich manches nicht direkt beweisen. Es müssen also Analogieschlüsse zulässig sein, die nur durch Böswilligkeit abgelehnt werden können. Nehmen wir einige Beispiele aus der Paläozoologie. Jeder Einsichtige wird den Höhlenbär, von dem nur das Skelett erhalten ist, für ein Säugetier ansprechen, obgleich niemand gesehen hat, daß er lebende Junge zur Welt bringt und sie mit seiner Milch ernährt. Die Ammoniten rechnet man aus Vergleichsschlüssen zu den Tetrabranchiaten, obgleich die Weichteile derselben nicht auf uns gekommen sind. Weitere Beispiele kann sich der Leser selbst wählen.

Ich habe mich bisher mit Analogieschlüssen beschäftigt, will aber nunmehr auch den Beweis direkt liefern, daß die Aufnahme

\*) Die Angaben über die Wildgeflügel-Eier stammen von Herrn Museumsdirektor Dr. STRAUSS, Chemnitz, dem ich an dieser Stelle dafür besten Dank ausspreche.

von anorganischem Kalk physiologisch nicht möglich ist und zwar im Hinblick auf den Vorgang der Ernährung bei den Tieren selbst. Schon von den Protozoen weiß man, daß in den Ernährungsvakuolen bei Aufnahme der Nahrung der Verdauungssaft zunächst sauer reagiert um dann ins alkalische umzuschlagen. Was sich beim Einzeller in einem Gefäße vollzieht, das wird bei den Metazoen je nach ihrer Entwicklungshöhe in mehrere Organe verlegt, in den Magen und in den Darm. Im Magen dominiert die Säure, im Darm das Alkali. Durch einen wunderbar physiologisch-chemischen Vorgang ist der tierische Körper in der Lage, von dem in wässriger Lösung in Ionen gespaltenen Chlornatrium- oder Chlorkalium-Molekül das Anion Cl dem Magen, das Kation Na resp. K dagegen dem Darne zuzuführen. Durch Inanspruchnahme eines Moleküles Wasser wird das Anion Cl in Salzsäure, das Kation Na resp. K in Natriumhydroxyd resp. Kaliumhydroxyd umgesetzt, wobei diese allerdings durch die im Blute vorhandene Kohlensäure sofort zu kohlensaurem Alkali umgewandelt werden. Freie Natronlauge oder Kalilauge würde das Epithel des Darmes anätzen und schädigend wirken, kommt somit für die alkalische Reaktion des Darmes nicht in Frage.

Nehmen wir an, daß der anorganische Kalk in Form von kohlensaurem Kalk in den Magen gelangt, so wird derselbe von der Salzsäure ohne weiteres zu Chlorcalcium gelöst werden. Wandert der Magenbrei einschließlich dieses Chlorcalciums in den Darm, dessen Wirkungswert, wobei ich der Einfachheit halber von allen sonst vorhandenen Enzymen absehe, das kohlen saure Alkali ist, so wird das Chlorcalcium sich mit dem kohlen sauren Alkali sofort zu wasserlöslichem Chlornatrium resp. Chlorkalium und unlöslichem kohlen sauren Kalk umsetzen. Da der letztere ein fester Körper ist, wird er vom Darne nicht resorbiert.

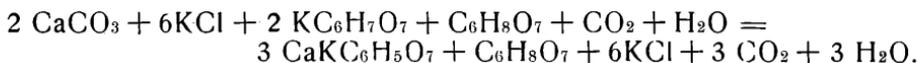
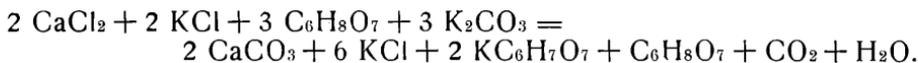
Mit dieser einfachen chemischen Gleichung  $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3$  ist die ganze Frage gelöst und der Beweis erbracht, daß anorganischer Kalk in Form von Karbonat dem Körper nicht zugeführt werden kann. Auch der im Wasser als Bikarbonat gelöst enthaltene kohlen saure Kalk verfällt der gleichen Umsetzung und wird als einfaches Karbonat im Darm unlöslich ausgefällt.

Wenn somit der anorganische Kalk der Bodenformation nicht resorbiert werden kann, so ist der tierische Körper auf das Pflanzenreich unmittelbar oder mittelbar als die einzige Quelle den Kalkbedarf zu decken angewiesen. Ich habe schon oben erwähnt, daß

der in der Pflanze enthaltene Kalk nicht an Kohlensäure gebunden ist, denn sonst würde ihm im Darm des Tieres das gleiche Schicksal zuteil werden wie dem geologischen Kalk, sondern an organische Säuren. Als solche kommen in Frage Oxalsäure, Bernsteinsäure, Äpfelsäure, Weinsteinsäure und Citronensäure, wobei ich von einigen selten zu beobachtenden anderen Säuren absehe.

Die Kalksalze dieser genannten organischen Säuren sind z. T. völlig unlöslich in Wasser, wie der oxalsaure Kalk, andere dagegen mehr oder weniger schwerlöslich, haben aber die Eigenschaft mit den Alkalisalzen der betreffenden Säuren im Wasser leicht lösliche Doppelsalze zu bilden, wie Kalium-Calcium-Zitrat, -Tartrat usw. Diese Doppelsalze kommen in der Pflanze im natürlichen Zustande allgemein vor. Wenn wir einen Himbeersaft analysieren, so finden wir darin in klarer Lösung neben freier Zitronensäure noch zitronensaures Kalium und zitronensauren Kalk. (Schematische Formel hierfür nebst den Formeln, die sich bei den Verdauungsvorgängen im Magen und Darm ergeben, weiter unten.)

Zwar wird auch im Magen die Salzsäure die natürliche Zusammensetzung aufheben, da sie als stärkere Säure die Basen wie Kalium und Calcium zu Chloriden bindet, doch wird sich beim Zusammentreffen dieser Lösung mit dem kohlen-sauren Alkali des Darmes der ursprüngliche Zustand wieder herstellen, nachdem das gebildete Calciumchlorid sich mit dem kohlen-sauren Alkali umgesetzt hat und der hierbei ausfallende kohlen-saure Kalk sofort wieder von der freien Zitronensäure in Lösung gebracht wurde. Man muß dabei bedenken, daß die im Magen enthaltene Salzsäure und das kohlen-saure Alkali des Darmes äquimolekular sind, da die beiden Stoffe aus den gleichen Molekülen Alkalichlorid infolge Ionisation entstanden sind, und somit ein Überschuß an kohlen-saurem Alkali, das den organisch gebundenen Kalk ausfällen könnte, nicht vorliegt. Es kommt noch dazu, daß auch in den Fällen, wo keine Doppelsalze zugegen sind, sondern nur die z. T. schwerlöslichen organischen Kalksalze, diese mit Ausnahme des oxalsauren Calciums zunächst in übersättigter Lösung sich vorfinden und somit der Resorption wenigstens zum Teil unterliegen, bevor sie sich kristallinisch niederschlagen.



Wir sehen somit, daß durch die klar gegebenen chemischen Verhältnisse bedingt allein der organisch gebundene Kalk, der aus der Pflanze stammt, den Anforderungen der Resorptionfähigkeit genügt, da er sich im Darms in wasserlöslicher Form vorfindet, nicht aber der anorganisch-geologische Kalk, der im Darms durch das Alkalikarbonat in wasserunlöslicher Form wieder abgeschieden wird, demnach nicht resorbierbar ist.

## II.

Alle Organismen, sei es Pflanze oder Tier, können nur dort dauernd ihre Lebensmöglichkeit finden, wo die äußeren Bedingungen vorliegen, die zur Entwicklung und Fortpflanzung erforderlich sind. Diese Bedingungen wechseln je nach der Art in außerordentlich weiten Grenzen.

Die Pflanze braucht außer der nötigen Feuchtigkeit und Wärme einen Boden, der ihr die für sie lebenswichtigen anorganischen Stoffe abzugeben in der Lage ist. Wir wissen, daß unsere Äcker ermüden, wenn sie ohne Unterbrechung mit den gleichen Früchten bestellt werden, es sei denn, daß durch Düngung für Ersatz der Stoffe gesorgt wird, die die Pflanze vorzugsweise aus dem Boden entnimmt. Auch kommt für die Pflanze die chemische Reaktion des Bodens (pH Wert) in Frage.

Dagegen sind die Tiere von der chemischen Zusammensetzung der Erdoberfläche unabhängig. Sie verlangen, soweit es sich um Landbewohner handelt, Feuchtigkeit, die durchschnittlich durch den Tau und das Regenwasser gewährleistet wird, daneben aber noch Nahrung pflanzlicher oder tierischer Herkunft sowie Unterkunstmöglichkeiten, in die sie sich bei Witterungsunbilden zurückziehen können, und was sehr wesentlich ist, eine ganz bestimmte Wärme.

Das trifft auch für die Mollusken zu. Vergleichen wir eine Molluskenfauna der Mittelmeerländer mit einer deutschen oder nordischen Fauna, so wird die Verschiedenartigkeit der Lebensansprüche ohne weiteres klar. Über die Ernährung der Mollusken, die von wenigen Ausnahmen abgesehen pflanzlicher Natur ist, sind nur wenig experimentelle Nachprüfungen vorgenommen worden. Nur E. FRÖMMING hat nach dieser Richtung gearbeitet und seine Ergebnisse mehrfach im „Archiv“ veröffentlicht. Auf jeden Fall steht fest, daß die Ernährung im allgemeinen keine Schwierigkeiten bietet, es sei denn bei den Chondrinen und *Pyramidula*-Arten, die speziell auf Kalkflechten angewiesen sind.

Schwieriger schon gestalten sich die Unterkunftsmöglichkeiten resp. Schlupfwinkel, in die sich die Schnecken bei unzusagender Witterung zurückziehen können. Es ist klar, daß ein Weizenfeld mit seinen glatten Flächen kein Wohnort für die meisten Schnecken sein kann. Nur wenige Arten z. B. die Angehörigen der Gruppe *Helicella* und *Zebrina* machen eine Ausnahme. Sie sind dank ihrer dicken Schale unempfindlich gegen die Sonnenstrahlen und man findet sie deswegen auch nie in Schlupfwinkeln. Es wird mir unvergeßlich sein, als ich im Juli 1934, einem abnorm heißen Sommer, mit einigen anderen Herren im Altmühltale entomologisch sammeln wollte, dort aber alle Blüten vertrocknet vorfand, und doch hing *Zebrina detrita* O. F. MÜLLER in Unmengen an den Stauden von *Artemisia campestris* den Sonnenstrahlen direkt ausgesetzt bei mindestens 35° C. Die Hitze war derart groß, daß die dort häufige Weinbergschnecke in mehreren Stücken tot auf der Straße vorgefunden wurde, da sie trotz der kurzen Strecke so viel Einbuße an ihrem Wassergehalte erlitten hatte, daß sie sich nicht mehr weiter fortbewegen konnte und auf halbem Wege abstarb.

Es wird mit Vorliebe in der Literatur auf die Tatsache hingewiesen, daß alte Schlösser und Ruinen sich als Anziehungspunkt für Schnecken erweisen, weil sie dort durch den abbröckelnden Mörtelkalk ihrem Kalkbedürfnisse Rechnung tragen und geeignete Schlupfwinkel vorfinden können. Die erste Behauptung ist völlig verfehlt, wie ich im Abs. I bewiesen habe. Wenn man die nähere und weitere Umgebung derartiger Schlösser, auch wenn der geologische Untergund kalkarmes resp. kalkfreies Urgestein ist, durchforscht, so findet man hier an den geeigneten Stellen mehr oder weniger einzeln alle Schneckenarten, die gehäuft in der unmittelbaren Umgebung der Schlösser anzutreffen sind. Daß sie sich hier gehäuft aufhalten, liegt einfach an dem Umstande, daß sie sich an diesen Stellen ungestört von der menschlichen Kultur weiterentwickeln können, während im weiteren Umkreise sich nur noch Reste der ursprünglichen Fauna vorfinden. An den Schloßmauern finden die Schnecken außer Licht und Schatten noch die Möglichkeiten sich zu verkriechen, im Umkreis dagegen wurden durch die Inanspruchnahme des Bodens durch den Menschen diese Lebensbedingungen ausgeschaltet. Die Schlösser und Burgen sind somit weiter nichts als letzte Zufluchtsstätten für die ursprüngliche Fauna, sie sind auch meist kaum älter als 500 Jahre und man wird nicht behaupten wollen, daß die Schnecken erst nach Gründung in diese Gegend gekommen sind. Sie waren schon Jahrtausende vor Erbau-

ung dieser Herrensitze da und haben sich nur dorthin zurückgezogen und konzentriert, weil sie dort ihre Lebensmöglichkeiten noch fanden im Gegensatz zur Umgebung, wo sie der Mensch mit seiner Forst- und Feldkultur mehr oder weniger ausrottete. Mit dem Kalkgehalt der Mauern hat es aber nicht das mindeste zu tun.

Auf diese Tatsache habe ich bereits in meiner Arbeit über die Gastropoden des Zschopaugebietes hingewiesen und muß auch im folgenden mehrfach, trotz der Unannehmlichkeit mich zu wiederholen, später auf diese oder jene Feststellung der genannten Arbeit zurückkommen.

Es ist nun nicht ganz ohne Interesse zu beobachten, wie sich andere Gruppen aus dem Tierreiche gegenüber der geologischen Formation verhalten. Bei der Bearbeitung eines xerothermen Landstriches im Gau Sachsen (Gohlis bei Riesa) in entomologischer Hinsicht habe ich dort Bodenanalysen vorgenommen und festgestellt, daß der nackte Boden, der aus feinstem Sande besteht, nur einen Kalkgehalt von 0,04% besitzt, sodaß hier nur das anspruchslose Gras *Weingärtneria canescens* L. mit seinen silbergrauen Horsten gedeihen kann. An einer anderen Stelle, wo sich dank einer geringen Humusbildung schon eine bescheidene Grasnarbe bilden konnte, fand ich einen Kalkgehalt von 0,07%, sodaß sich hier eine Reihe ein- und mehrjähriger Pflanzen ansiedeln konnte, die den Raupen mancher Falter als Nahrung dienen. Genau wie in der Malakozoologie hat sich auch in der Entomologie die Auffassung breitgemacht, daß manche Falterarten nur auf Kalkboden ihr Fortkommen finden können. Auch hier haben sich die Begriffe „kalkstet“ und „kalkhold“ eingebürgert, ohne daß man bisher Veranlassung nahm diese Begriffe auf ihre Richtigkeit nachzuprüfen. Bei der Durchforschung des Gohliser Gebietes fand ich trotz des überaus geringen, analytisch festgestellten Gehaltes an Bodenkalk dort eine ganz große Anzahl von „kalkgebundenen“ Falterarten, nicht etwa nur sporadisch, sondern in größter Menge. Ich will an dieser Stelle nur einige wenige hervorheben: *Epinephele lycaon* ROTT., *Satyryx semele* L., *S. statilinus* HUFN., *Lycaena bellargus* ROTT., *L. coridon* PODA., *Adopaea acteon* ROTT., *Zygaena achilleae* ESP., *Agrotis cinerea* HB., *A. vertigialis* ROTT., *Hadena ochroleuca* ESP. und andere. Über 40 Arten wurden festgestellt, die pontischer oder mediterraner Herkunft sind, wobei zu erwähnen wäre, daß von den Heteroceren (Nachtfaltern) nur ein ganz kleiner Teil erfaßt werden konnte, da das Gelände zum Truppenübungsplatz Zeithain gehört und es sich dort von selbst verbietet Nachtfang durch Ködern und Leuchten zu betreiben.

Falter pontischer und mediterraner Herkunft sind außerordentlich wärmebedürftig und können nur dort ihre Lebensbedingungen finden, wo ein für deutsche Verhältnisse überdurchschnittlich warmes Klima diesem Bedürfnisse entgegenkommt. Nach meinen Feststellungen ist Gohlis das Zentrum dieses xerothermen Gebietes für den Gau Sachsen, das nach allen Seiten allmählich abklingt. Die Jahrestemperatur für das Großklima (Makroklima) beträgt dort im Mittel  $9,4^{\circ}\text{C}$ , während das Mikroklima am Boden noch einige Grad höher liegt. Diese Falter pontischer und mediterraner Herkunft werden in Deutschland — abgesehen von Einzelvorkommen — gehäuft und in quantitativ reichster Entwicklung sonst nur da angetroffen, wo Kalk ansteht, d. h. wo überdurchschnittlich warmes Klima herrscht. Kalk, d. h. der kohlen saure Kalk, ist ein schlechter Wärmeleiter. Er hält die durch Insolation aufgenommene Wärme zurück und gibt sie nur langsam an die Atmosphäre wieder ab, während kompaktes kristallines Gestein ein guter Wärmeleiter ist und somit die aufgenommene Wärme schnell wieder abgibt. Gegenden mit Kalkboden werden demnach wärmebedürftigen Arten ihr Dasein gewährleisten. Ganz ebenso wie der kohlen saure Kalk verhält sich der lockere Sandboden, da die zwischen den einzelnen Sandkörnern befindliche Luftschicht als Speicher der Wärme dient.

Aus dieser Feststellung geht hervor, daß es wärmeliebenden und wärmebedürftigen Faltern völlig gleichgültig ist, ob die geologische Formation ihres Wohnortes aus Kalk oder feinem Sande besteht. Wesentlich und ausschlaggebend ist allein der Wärmegrad des Biotops.

Bei den Mollusken liegt der Fall ganz gleich, ihnen kommt es nicht auf den Kalkboden selbst an, sondern auf die höhere Temperatur gleichgültig, woher diese stammt.

Leider versagt bei dem Gohliser Gebiete der Vergleich zwischen Mollusken und Insekten, da dieses Gelände nur von wenigen Nacktschnecken bewohnt ist. Die Ursache ist darin zu suchen, daß sich hier keine Möglichkeit bietet sich vor den Strahlen der Sonne zu schützen, und xerophile Arten sind nach dem Diluvium nicht dorthin gelangt, man könnte sich aber sehr wohl denken, daß die Heliellen und *Zebrina detrita* hier gut gedeihen würden. In Riedenburg im Altmühltale, wo ich, wie oben erwähnt, bei größter Hitze *Z. detrita* vorfand, fing ich auch die kleine Bärenart *Coscinia striata* L., die bei Gohlis infolge ihrer Häufigkeit geradezu als Charakterier für den Monat Juni anzusehen ist, während sie sonst in Deutschland nur ganz sporadisch und inselartig isoliert vorkommt. Das ist

ein Zeichen, daß es dem Falter und seiner Raupe ohne jede Bedeutung ist, ob er auf Sand- oder Kalkboden lebt, wichtig ist ihm nur die zu seinem Gedeihen entsprechend hohe Temperatur.

In meiner Arbeit über die Gastropoden des Zschopautales habe ich den Satz aufgestellt und bewiesen, daß das Gehäuse einer Schnecke nur als Schutz gegen äußere Einflüsse aufzufassen ist und daß die Stärke des Gehäuses sich ganz danach richtet, wie groß der Schutz sein muß. Ich habe analytisch bei *Arianta arbustorum* L. belegt, daß diese Art im Crottendorfer Marmorbruch, also auf reinstem kohlen-sauren Kalke, ein wesentlich dünneres Gehäuse besitzt, da die Umgebung feucht und kalt durch die dicht anstehenden Fichtenwälder ist, als die gleiche Art, die sich in einem der Sonne ausgesetzten kalkarmen Gneis-Steinbruche vorfindet. Und weiter, daß *Arianta arbustorum* L. im Heidelbachtale, wo sie unter Laubbäumen in der Laubdecke des Bodens lebt, ein Gehäuse bildet, das noch nicht einmal die Hälfte des Kalkgehaltes aufweist, wie im Wolkensteiner Steinbruche. Wir sehen somit, daß das jeweilige Schutzbedürfnis der Schnecke die verschiedene Dicke resp. den Kalkgehalt der Schale bedingt und zwar, was sehr wichtig ist, unabhängig von dem Kalkgehalte des Bodens. Das Schutzbedürfnis richtet sich ganz nach den ökologischen Verhältnissen, insbesondere nach dem Feuchtigkeitsgrad der Umgebung und nach der Einwirkung der Sonne. Arten, die ein verstecktes Dasein führen, wie die Vitrinen, Hyalinen usw., die nie dem direkten Einflusse der Sonne ausgesetzt sind, begnügen sich mit durchsichtigen dünnen Schalen, während die Helicellen und *Zebrina detrita* sich durch ein sehr starkes Gehäuse gegen die Insolation zu schützen wissen. Den erstgenannten Arten steht aus der pflanzlichen Nahrung genau so viel Kalk wie den Helicellen zum Bau des Gehäuses zur Verfügung, sie machen aber nur spärlichen Gebrauch davon, weil das sonst eine unwirtschaftliche Belastung ihres Organismus darstellen würde.

Wir sehen somit, daß ein unbestreitbar verschiedenes Wärmebedürfnis bei den Mollusken vorliegt. Bald ist es hoch, bald niedrig, je nach Art und Herkunft. Die wärmeliebenden Arten werden sich nur dort halten und ihr Gedeihen finden, wo die ökologischen Verhältnisse diesem Bedürfnisse entgegen kommen. Ein derartiges Klima wird in Deutschland durchschnittlich dort gegeben sein, wo es die physikalischen Eigenschaften des Bodens zulassen.

Es wird nun nicht ohne Interesse sein die „kalksteten“ und „kalkholden“ deutschen Arten einmal näher zu betrachten, nicht

nach Form und Anatomie, sondern nach ihrer Herkunft. Den besten Aufschluß über diesen Punkt gibt uns das hervorragende Standardwerk über die Mollusken von P. EHRMANN, der mit Bienenfleiß alle Angaben in der Literatur über die Verbreitung und den Hauptsitz ihrer Verbreitung zusammengestellt hat. Wir werden aus diesen Angaben erkennen, daß die Arten, die er mit „kalkstet“ oder „kalkhold“ bezeichnet oder die er sonst mit Kalkboden in Beziehung bringt, wärmeren d. h. südlicheren Ländern entstammen und bei uns nur mehr oder weniger Gastrecht an besonders klimatisch günstigen Örtlichkeiten besitzen, das will sagen, dort, wo das sonst kühlere deutsche Klima dem ihrer eigentlichen Heimat entspricht, und das wird in vielen Fällen auf dem physikalisch wärmespendenden Kalkboden zutreffen. Ich habe alle Arten, die in diesem Werke aufgeführt sind und mit Kalkboden in Zusammenhang gebracht werden, durchstudiert und gefunden, daß über 50 Arten hier in Frage kommen. Ich hege aber Bedenken alle diese Arten hier einzeln aufzuführen und will nur wenige Beispiele von den Arten herausgreifen, die sich mehr oder weniger auf kalkhaltigem Boden aufhalten.

	Wohnort in Deutschland	Herkunft
<i>Chondrina avenacea</i> BRUG.	ausgesprochene Bewohnerin der Kalkfelsen	westeuropäisch
<i>Orcula doliolum</i> BRUG..	gern an Kalktuff	Schwerpunkt, Südosten
<i>Pagodulina pagodula</i> DESM.	in Wäldern der Kalkgebirge	alpin-osteuropäisch
<i>Pyramidula rupestris</i> DRAP..	Kalkgebirge	mediterran-westeurop.
<i>Zebrina detrita</i> O. F. MÜLLER	an Rasenhängen der Kalkberge	mediterran-südalpin
<i>Cochlodina commutata</i> ROSSM. .	beschattete Kalkfelsen	südl. Ostalpen
<i>Erjavecina bergeri</i> ROSSM. .	an Kalkfelsen	südl. Kalkalpen
<i>Ruthenica filograna</i> ROSSM. .	kalkhold	osteuropäisch
<i>Caecilioides acicula</i> O.F. MÜLLER	etwas kalkhold	mediterran-mitteurop.
<i>Milax marginatus</i> DRAP. .	kalkhold	Hauptgebiet: Südalpen
<i>Helicella</i> -Arten	immer Bevorzugung des Kalkbodens	Mittelmeergebiet und ozean. Westeuropa
<i>Petasina unidentata</i> DRAP.	kalkhold	ostalpin-karpathisch
<i>Euomphalia strigella</i> DRAP..	bei uns fast immer auf Kalk	ost- u. mitteleuropäisch
<i>Helicodonta obvoluta</i> O.F. MÜLL.	kalkhold	süd- u. mitteleuropäisch
<i>Helicigona presli</i> ROSSM.	Kalk- u. Dolomitm-felsen	größte Verbreitung Südalpen
<i>Helix pomatia</i> L.	etwas kalkhold	mittel- u. südosteurop.
<i>Pomatias elegans</i> O. F. MÜLLER	in unserem Gebiete nur in warmen Lagen	mediterran-westeurop.
<i>Cochlostoma septemspirale</i> RAZOUOWSKY	am Fuße von Kalkfelsen kalkstet	mediterran-südalpin

All diese Arten sind ohne weiteres als nicht zur deutschen Urfauna gehörend, sondern als Zuwanderer aus wärmeren Ländern und somit als mehr oder weniger wärmebedürftig anzusehen, aber mit dem Kalke an sich haben sie nicht das mindeste zu tun, sie brauchen lediglich eine für deutsche Verhältnisse überdurchschnittlich höhere Temperatur und dieser Notwendigkeit entsprechend suchen sie sich ihre Wohnorte aus. Wie gleichgültig ihnen der Untergrund in chemischer Beziehung ist, beweist das Beispiel von *Euomphalia strigella* (DRAP.), die ich in zahlreichen Exemplaren in Buchholz-Friedewald, das zur warmen Hoflößnitz im sächsischen Elbtale gehört, auf reinem Sandboden vorfand. *Fruticicola unidentata* (DRAP.) kommt sogar in dem anerkannt rauhen Erzgebirge an manchen Stellen vor, aber nur dort, wo das Gelände den Sonnenstrahlen besonders ausgesetzt ist und zwar auf Gneis. *Ruthenica filograna* (ROSSM.) findet sich bei Mittweida auf dem fast kalkfreien Granulitgebirge, allerdings nur an steinigen Stellen, die mit Gebüsch ausgestattet durch die Sonne stark erwärmt werden, das gleiche gilt für *Helicodonta obvoluta* (O. F. MÜLLER) und *Helix pomatia* L., die nur an warmen Örtlichkeiten des Erzgebirges sich aufhalten und infolgedessen nicht auf dem Kamme selbst angetroffen werden.

Das klassische Beispiel ist jedoch *Milax marginatus* (DRAP.) also eine Nacktschnecke, die als „kalkhold“ bezeichnet wird und als deren Hauptgebiet die Südalpen angegeben werden. Jeder unvoreingenommene Beurteiler wird sich die Frage vorlegen, warum ein Mollusk, das nur ein kleines subdermales Schälchen ausbildet, auf Kalk angewiesen sein soll. Die zur Bildung des Kalkschälchens benötigte Kalkmenge nimmt die Schnecke hundertfach mit ihrer Nahrung auf, ohne sie für diesen Zweck vollständig auszunützen. Es ist hier der zwingende Beweis gegeben, daß *Milax marginatus* (DRAP.), wenn er auf Kalkboden angetroffen wird, nicht den Kalk chemisch benötigt, sondern nur dessen Eigenschaft, die Wärme physikalisch zu binden. Aus diesem Grunde, d. h. da diese Art mit der chemischen Verbindung Kalk nicht das mindeste zu tun hat und von ihr abhängig und lediglich wärmebedürftig ist, sucht sie sich als Aufenthalt Örtlichkeiten aus, die ihrem erhöhten Wärmebedürfnisse entgegenkommen. Im unteren Laufe der Zschopau nabe ich die Art z. T. in reichster Individuenzahl an allen Orten angetroffen, die ihrem Wärmebedürfnisse entsprechen, also auf der Sonne ausgesetzten Stellen, wo Gneis, Granulit und sonstiges kalkfreies Urgestein ansteht. Auf dem Kamme des Erzgebirges dagegen, z. B. auch auf den paläozoischen sehr mächtigen Kalkablagerungen von Hammerunterwiesental und Crottendorf fehlt sie vollständig.

GEYER hat ganz recht, wenn er von *Milax marginatus* (DRAP.) sagt „vornehmlich in den Kalkgebirgen, aber nicht an Kalk gebunden“, das heißt also, die Art braucht nur Wärme, es ist ihr aber gleichgültig, welcher Formation der Bodenuntergrund angehört.

Ich habe wenig Gelegenheit gehabt in den Südalpen zu sammeln, aber einen längeren Aufenthalt in Lugano habe ich ausgiebig benützt zu sammeln und Beobachtungen anzustellen. Dort habe ich auf Glimmerschiefer am Fuße des Monte Bré und Monte Broglio zusammen mit *Gracilaria strobili* (PORRO) *Polita villae* (STROBEL), *Euomphalia strigella* (DRAP.), *Chondrula tridens* (MÜLLER), *Pagodulina pagodula* (DESM.), *Torquilla frumentum* (DRAP.), *Cochlostoma septemspirale* (RAZ.) und andere Arten, die in Deutschland ausschließlich oder fast nur auf Kalkboden vorkommen, gefunden, ein Zeichen, daß die genannten, an sich wärmebedürftigen Schnecken unter dem Einflusse des milden Klimas am Luganer See den wärmespeichernden Kalk nicht nötig haben, sondern daß hier auch kalkfreies Gestein in Verbindung mit der höheren Lufttemperatur ihrem Wärmebedürfnisse durchaus entgegenkommt.

An den gleichen Stellen habe ich auch *Drepanostoma nautiliforme* (PORRO) gefunden. GEYER hat dieses seltene Mollusk ebenfalls am Luganer See gesammelt, aber nur auf dem Monte San Salvatore, dessen Untergrund Kalk ist. Er hat dort in dreimaligem beschwerlichen Aufstieg 10 Exemplare gefunden. Ich bin auch dort gewesen, aber das Ergebnis war wie bei GEYER wenig befriedigend, und sonst war die Ausbeute an anderen Arten kläglich. Auf Glimmerschiefer konnte ich binnen einer Viertelstunde ebensoviel *D. nautiliforme* unter dem herumliegenden Holze und Steinen aufsammeln, wie GEYER in stundenlangen Bemühungen auf dem Monte San Salvatore. Auch dieses Beispiel ist recht lehrreich. Der Salvatore ist größtenteils verkarstet und der prallen Sonne ausgesetzt, seine Bodenwärme ist zu stark für *Drepanostoma nautiliforme* (PORRO), während der mit Gebüsch und lichtem Laubwalde bestandene Fuß des Monte Bré und Monte Broglio bei kühlerem Gesteine der genannten Art das Optimum des benötigten Wärmebedarfes bietet. Nicht zu viel und nicht zu wenig, das ist das einfache Geheimnis der Ansprüche der Landschnecken, die erfüllt werden müssen um Leben und Fortpflanzung zu gewährleisten. Mit Kalk oder sonstigem Gestein hat das chemisch nichts zu tun.

Man kann ohne Bedenken das Optimum der Lebensbedingungen einer Schnecke dort als erfüllt ansehen, wo sie sich sehr

häufig und dauernd aufhält und fortpflanzt. Als einfaches Beispiel soll *Arianta arbustorum* L. gewählt werden, deren Häufigkeit eine sehr verschiedene ist. Sie ist offensichtlich überdurchschnittlich wärmebedürftig und ich fand sie bei meinem mehrfachen Aufenthalte in Bad Reichenhall und dessen Umgebung in ungeheurer Anzahl. Namentlich nach Regenfällen saß die Art an Böschungen, Wiesenrändern, Straßengräben usw. zu Hunderten zu Klumpen geballt und unzählige waren zertreten oder lagen überfahren auf den Straßen und Wegen. Auch auf dem Muschelkalk des Saaletales und auf dem Jura der Fränkischen Schweiz ist sie überaus häufig anzutreffen. Im Gebiete der Zschopau (Erzgebirge), also auf kalkfreiem Gestein kommt sie zwar allerwärts vor, durchschnittlich aber nur recht vereinzelt, das kühlere Klima sagt ihr nicht zu und nur an 2 Stellen fand ich sie hier gehäuft vor, in einem Gneissteinbruche bei Wolkenstein und im Park des Schlosses Purschenstein, deren Biotope der direkten Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind. In dem schattenreichen Heidelbachtal lebt sie im Laube der Bodenbedecke, die von den Sonnenstrahlen kaum erwärmt wird, und hier hat sie sich zur dünnschaligen forma *picea* (Rossm.) umgewandelt. Die Stärke der Schale ist an den verschiedenen Örtlichkeiten eine ganz verschiedene und abhängig von der Umwelt. Ich habe in meiner Arbeit über die Gastropoden des Zschopautales die analytisch belegte Auffassung vertreten, daß das Gehäuse einer Schnecke auch der gleichen Art ganz unabhängig von der geologischen Formation das Produkt der physikalischen Bedingungen ist, unter denen das Tier lebt. Und zwar wird man die Stärke des Gehäuses als das Maß des notwendigen Schutzes gegen die Wärme und die Verdunstung der Körperfeuchtigkeit ansehen müssen.

Nun berichtet W. WÄCHTLER, daß *A. arbustorum* im Vogtlande nicht vorkommt und EHRMANN unterstreicht diese Angabe, daß sie hier ohne erkennbaren Grund fehlt. Ich glaube, so schwierig ist die Erklärung nicht. Das sächsische Vogtland war in früheren Jahrhunderten stark bewaldet und ist es z. T. auch heute noch, infolgedessen ist das Klima bei der immerhin beträchtlichen Höhenlage niedrig. Da die Bedingungen nicht günstig waren, konnte *A. arbustorum* sich hier nicht halten oder ist überhaupt nicht durch die dichten Waldungen ins Vogtland gekommen. Wenn auch heute sich die Verhältnisse durch das Roden des Waldes gebessert haben und jetzt an einzelnen Örtlichkeiten sehr wohl die Lebensmöglichkeit besteht, so ist der Zeitraum zu einer nachträglichen Einwanderung noch zu kurz gewesen. Es ist wie mit den Pflanzen, die der Bo-

taniker an dem oder jenem Orte erwarten könnte, da die Lebensbedingungen vorhanden sind, sie fehlen aber, da ihr Samen nicht dorthin gelangte. Aus der Verbreitung von *A. arbustorum*, die offensichtlich zur deutschen Urfauna gehört, ergibt sich somit, daß sie als Optimum ihrer Lebensbedingungen größere Wärme benötigt, aber auch mit geringeren Temperaturen fürlieb nimmt, allerdings dann unter Herabsetzung ihrer Häufigkeit. Infolgedessen besitzt die Art ein großes Verbreitungsgebiet.

Anders dagegen verhalten sich die Arten, die nur ganz sporadisch und nur an einzelnen Orten isoliert vorkommen. Daß sie an diesen Stellen autochthon entstanden sind, ist selbstverständlich ausgeschlossen. Infolgedessen müssen sie in früheren Zeiten ein größeres Verbreitungsgebiet besessen haben, das aber durch Klimaveränderungen, insbesondere Verschlechterung zerrissen wurde, und sie konnten sich nur an den Stellen halten, die ihren Lebensbedingungen entsprachen, im übrigen aber starben sie aus. Ich wähle als Beispiel *Clausilia (Strigilecula) vetusta* (Rossm.), die ein Relikt in Deutschland darstellt und in Rücksicht auf ihre südliche Herkunft aus dem Balkan zumindest als wärmeliebend anzusprechen ist. Nachdem sie nach dem Diluvium weitere Strecken von Osten nach Westen gewandert ist, erlosch sie bei Verschlechterung des Klimas und hielt sich nur an ganz wenigen Punkten, dann aber meist in größerer Individuenzahl. Trotz ihres Wärmebedürfnisses ist es aber *Cl. vetusta* völlig gleichgültig, auf welcher geologischen Formation sie lebt. Ich selbst habe sie gefunden bei Tharandt (auf Biotitgneis), Mittweida und Rochsburg (Granulit), Tautenburg (Muschelkalk), Burggrub und Friesener Warte (Jura). Daß auch Urgestein, wenn es ausgiebig von der Sonne erwärmt wird, die nötige Temperatur bieten kann, darauf habe ich schon bei *A. arbustorum* hingewiesen, der Kalkgehalt des Bodens spielt überhaupt keine Rolle. *Cl. vetusta* wird in literis als „gesteinsindifferent“ bezeichnet. Diese Benennung ist zwar zunächst durchaus richtig, trifft aber nicht das Wesentliche, kann sogar zu der Annahme verleiten, daß die Art überall vorkommen kann. Das ist aber keineswegs der Fall. Sie bildet vielmehr eine Seltenheit in der deutschen Fauna und ist, wenn man von den selbst-verständlichen Voraussetzungen der Möglichkeit der Ernährung und dem Vorhandensein von Sonnenschutz und Schlupfwinkeln absieht, eine recht wärmebedürftige Art, deren Ansprüche an das Biotop offensichtlich sehr hoch und andererseits nach oben und unten ganz eng begrenzt sind.

Zum Schlusse möchte ich der besseren Illustration wegen einige Beispiele aus der Pflanzenwelt herausgreifen, um zu zeigen, wie auch hier die Wärme in den verschiedenen Biotopen auf die Pflanze einwirken kann. Betrachten wir *Cirsium acaule* (ALL.) die Silberdistel, die an trocken-sterilen und warmen Stellen vorkommt und die Blüten fast ohne Stiel in der Blattrosette sitzen hat. In Sachsen ist sie nicht häufig, ich kenne sie in dieser Form vom Pöhlberge bei Annaberg (800 m über N. S.), wo sie an den der Mittagssonne zugeneigten Hängen wächst. Im Muschelkalkgebiete der Saale (bei Jena, Dornburg, Tautenburg) hat sie sich zur Form *caulescens* (PERS.) umgewandelt, d. h. sie hat den stengellosen Zustand aufgegeben und entwickelt einen Stengel von 10—25 cm je nach der Lage. Diese Entwicklung auf den chemischen Einfluß des Bodenkalkes zurückzuführen wäre ein Irrtum. Gewiß spielt der Kalk eine Rolle, aber nur in physikalischer Beziehung als Wärmespeicherer. Die Pflanze ist von Haus aus offensichtlich wärmebedürftig, darauf deuten alle ihre Standorte hin. Steigert sich aber an gewissen Örtlichkeiten die Bodenwärme unter dem Einflusse der Formation, so gerät die Pflanze in Gefahr, daß ihre Blüten, namentlich in dem empfindlichen Zustande der ersten Entwicklung einfach verbrannt werden. Sie schützt sich dadurch, daß sie den Stengel verlängert um aus der Glut der unbewegten Bodenluft in die Atmosphäre der Luftbewegung herauszukommen, wo sie das erhöhte Mikroklima des Bodens nicht mehr erreicht und die Blüten ihrer Bestimmung zugeführt werden können.

Genau wie die Schnecken sich gegen hohe Wärme durch ein dickeres Gehäuse schützen, schützt *Cirsium acaule* seinen Fortbestand durch Flucht vor der Bodenwärme, indem sie die Blüten von ihr fern hält.

Wohl vielen Pflanzenliebhabern wird es aufgefallen sein, daß die Kakteen ihre Blüten in den Abend- oder Nachtstunden öffnen, also zu einem im Pflanzenreiche recht ungewöhnlichen Zeitpunkte. Auch hier dürften die Wärmefaktoren mitsprechen. Kakteen gedeihen in der Neuen Welt an ganz trockenen, der Sonne ausgesetzten Stellen. Würden sie am Tage die Blüten öffnen, so würden diese, insbesondere die Antheren und Narben, die gegenüber denen unserer heimischen Flora sehr zart und wasserreich sind, sofort vertrocknen und der Bestäubung und Befruchtung nicht zugeführt werden können. In der Nacht jedoch hat sich die Atmosphäre abgekühlt, sodaß der normalen Entwicklung nichts entgegensteht und

die Befruchtung in den noch kühlen Morgenstunden erfolgen kann. Das ist auch die Ursache, daß die Kakteenblüten sich nur ganz kurze Zeit halten.

Andererseits wird jeder Besucher des Hochgebirges feststellen, daß je höher die Lage um so niedriger der Pflanzenwuchs wird. Hier handelt es sich aber nicht um eine Abwehrmaßnahme gegen die Wärme, wie bei *Cirsium acaule* und den Kakteen, als vielmehr um das Gegenteil, nämlich darum, die durch den Boden aufgespeicherte Wärme restlos auszunützen um die Pflanzen zur Fruktifikation gelangen zu lassen, da die höheren Luftschichten durch die Bewegung der Luft und das kühle Höhenklima nicht mehr den erforderlichen Wärmegrad erreichen.

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

I. Wir sehen, daß kein Tier in freier Wildbahn anorganischen Kalk zu sich nimmt und scheinbare Ausnahmen nur auf Zufälligkeiten (Verschmutzung des Futters) zurückzuführen sind. Es ist bewiesen worden, daß anorganischer Kalk nicht den Anforderungen genügt, die an die Resorbierbarkeit durch den Darm gestellt werden. Diesen Anforderungen entspricht nur der organisch gebundene Kalk, der mittelbar oder unmittelbar der Pflanze entstammt, da er im Darm des Tieres sich in wasserlöslicher Form vorfindet.

II. Jedes Tier, also auch die Schnecke, hat ein mehr oder weniger ausgeprägtes Wärmebedürfnis, das allerdings innerhalb weiter oder enger Grenzen schwanken kann. Wärmebedürftige Arten werden sich in Deutschland durchschnittlich nur dort halten und fortpflanzen können, wo dem erhöhten Wärmebedürfnis durch direkte Sonnenbestrahlung oder durch die Bodenformation Rechnung getragen wird. Das ist bei günstig gelegenen Örtlichkeiten der Fall, ganz allgemein aber dort, wo Kalkboden ansteht, der ein schlechter Wärmeleiter ist, also die aufgefangene Sonnenwärme nur langsam wieder abgibt. Die meisten unserer deutschen Schnecken, die nur oder zumeist auf Kalkboden zu finden sind, stammen aus südlicheren Ländern, bringen somit ein besonders großes Wärmebedürfnis mit, das ihnen in den wärmeren Ursprungsländern auch auf nicht kalkigem Boden erfüllt wird. Die Dicke der Schale ist bei den Schnecken der Ausdruck des benötigten Schutzes gegen die an ihrem Wohnorte herrschende Sonnenbestrahlung und Wärme.

Ganz analog verhalten sich auch die Pflanzen, indem sie an den Standort gebunden Maßnahmen treffen, um die Sonnenwärme auszunützen oder übermäßiger Erwärmung zu entgehen.

So wie die anorganische Kohlensäure durch die Pflanze in den Kreislauf der Lebewesen eingeschaltet wird, ebenso wird erst auf dem Wege durch die Pflanze der anorganische Bodenkalk für den tierischen Organismus nutzbar gemacht.

#### Literatur.

1. CLESSIN, S.: Deutsche Excursions-Mollusken-Fauna. 1884.
2. EHRMANN, P.: Die Tierwelt Mitteleuropas. Mollusken (Weichtiere).
3. FRÖMMING, E.: Verschiedene Arbeiten. Archiv für Molluskenkunde. Jahrgang 1934, 1938, 1939, 1940, 1941.
4. GEYER, D.: Unsere Land- und Süßwasser-Mollusken. 1927.
5. TRÜBSBACH, P.: Die geographische Verbreitung der Gastropoden im Gebiete der Zschopau nebst biologischen Untersuchungen. Bericht d. Naturw. Gesellschaft zu Chemnitz. 1934. S. 15—98.
6. TRÜBSBACH, P.: Gohlis bei Riesa an der Elbe, ein xerothermer Landstrich im Gau Sachsen und seine kennzeichnende Falterfauna. Deutsche Entomologische Zeitschrift „Iris“, Dresden, 54, (1940) S. 1—31.
7. WÄCHTLER, W.: Die Gastropoden des Sächsischen Vogtlandes. Mitteilungen der Vogtländischen Gesellschaft für Naturforschung, Nr. 2, Plauen, 1925, S. 3-26.
8. WÄGELE, H.: DAVID GEYER. Archiv für Molluskenkunde. 65. (1933) S. 70—84.

---

## Mesolithische Mollusken aus der Karstquelle Ain-es-Saadi am Karmel (Palästina).

Von Jar. Petrboek, Prag, National Museum.

Mit 6 Abbildungen.

Unterhalb des Karmel entspringt eine Karstquelle, die Ain-es-Saadi oder auch Ain-Sa'ade genannt wird. Wie viele andere mündet sie in das Flößchen Nâhr-el-Mukatta. In ihrem Wasser leben auch jetzt auf dem betonierten Grunde in riesiger Menge:

1. *Melanopsis hebarica polita* PALLARY.
2. *Theodoxus macrii* (RECT.) SOWERBY.

Der älteste mir bis jetzt bekannte Ursprung der obengenannten Quelle liegt selbstverständlich um einige wenige (2—3) Meter höher als die heutige und enthält neben Silexe (wahrscheinlich aus

# 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: 1943

Band/Volume: [75](#)

Autor(en)/Author(s): Trübsbach Paul

Artikel/Article: [Der Kalk im Haushalte der Mollusken. 1-23](#)