

Ueber den Zustand des Kalkes im Crustaceenpanzer.

Von W. Biedermann.

Mit einer ausgedehnteren Untersuchung über die Art der Abscheidung des Calciumcarbonates als Skelettsubstanz innerhalb der Tierreihe beschäftigt, stieß ich vor einiger Zeit auf eine höchst auffallende Thatsache, die mir für alle hier in Betracht kommenden Fragen von großer Bedeutung zu sein scheint. Da es aber voraussichtlich noch längere Zeit dauern dürfte, ehe die sich anschließenden Untersuchungen als beendet gelten können, so sei es gestattet, hier zunächst nur das Wesentlichste mitzuteilen.

In einer demnächst in der Jenaischen Zeitschrift für Naturwissenschaft 36. Bd. erscheinenden größeren Abhandlung über Bau und Wachstum der Molluskenschalen, habe ich u. a. gezeigt, dass bei der Schalenbildung Calciumphosphat eine ganz wesentliche Rolle spielt, indem es die jüngsten wachsenden Schalenteile zunächst anscheinend allein bildet. Dieser Umstand legte natürlich sofort die Frage nahe, woher dann schließlich der kohlen saure Kalk kommt und auf welche Weise er gebildet wird.

Ein sehr geeignetes Untersuchungsmaterial schien mir in dieser Beziehung der Crustaceenpanzer zu liefern, dessen aus Chitin bestehende organische Grundlage nach jeder Häutung durch Aufnahme von reichlichen Kalksalzen erst ihre normale Härte und Festigkeit gewinnt. Es findet sich darin sowohl Calciumcarbonat wie auch Phosphat in reichlicher Menge. Agnes Kelly (Beiträge zur mineralog. Kenntnis der Kalkausscheidungen im Tierreich; Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. 1901, 35. Bd., N. F. 28. B., p. 455) führt an, dass im Panzer von *Astacus* $\left. \begin{array}{l} \text{CaCO}_3 \dots\dots 48,5\% \\ \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \dots 6,1\% \end{array} \right\}$ enthalten sind, womit auch die Angabe von Schmidt stimmt, der $\left. \begin{array}{l} \text{CaCO}_3 \dots\dots 46,25\% \\ \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \dots 7,02\% \end{array} \right\}$ findet.

Viel reicher an Phosphat scheint nach den Analysen desselben Autors der Panzer von *Squilla* zu sein. $\left. \begin{array}{l} \text{CaCO}_3 \dots\dots 19,51\% \\ \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \dots 17,66\% \end{array} \right\}$

Werden zerkleinerte Stücke des Hummerpanzers mit verdünnter HCl übergossen, so verrät sich der kohlen saure Kalk sofort durch das starke Aufschäumen. Die klare saure Lösung liefert mit NH_3 einen reichlichen flockigen Niederschlag (I). Prüft man das Filtrat mit Ammoniumoxalat auf Kalk, so entsteht ein äußerst massiger Niederschlag (II) von Kalkoxalat. Der Niederschlag (I) wird in Essigsäure gelöst und erwärmt. Die klare Lösung mit oxalsaurem Ammoniak versetzt, giebt ebenfalls einen reichlichen Niederschlag von Kalkoxalat (III). Dieser bei der Untersuchung des Ammoniakniederschlags (I) gefundene Kalk ist als Calciumphosphat zu rechnen, da andere anorganische Verbindungen des Calcium durch NH_3 bei Gegenwart von Chlor-

ammonium nicht gefällt werden. Mit einer Lösung von Ammoniummolybdat in HNO_3 giebt demgemäß der Niederschlag (I) ein reichliches gelbes krystallinisches Sediment.

Ueber die Art nun, wie diese Kalksalze innerhalb der organischen Grundsubstanz abgelagert sind, scheint, so viel ich habe finden können, noch recht wenig bekannt zu sein. Agnes Kelly (l. c.) giebt an, dass in den Hautskeletten verschiedener Gliedertiere „amorphes“ CaCO_3 vorkomme, vor allem durch den Mangel der Doppelbrechung charakterisiert. „Die Panzer von *Astacus*, *Julus* und *Squilla* . . . brausten stark bei Säurezusatz, jedoch zeigt sich entweder keine Spur von Doppelbrechung, oder es waren nur einzelne, hier und da im Bereiche eines Schliffes verstreute Krystallsphaeroide sichtbar.“ Berücksichtigt man aber die Thatsache, dass Chitingebilde vielfach an sich außerordentlich stark doppelbrechend sind, wie denn auch entkalkte Schläffe aus Hummerpanzern zwischen gekreuzten Nicols stellenweise höchst charakteristische Polarisationserscheinungen zeigen, so ist klar, dass es nicht so ohne weiteres angeht, auf das optische Verhalten des in solchen Teilen abgelagerten Calciumkarbonates Schlüsse zu ziehen.

Es bedarf jedenfalls vorher noch einer viel genaueren histologischen Untersuchung verkalkter Chitinskelette, ehe man endgiltig über die Art der Ab- oder Einlagerung von Kalk innerhalb der organischen Grundsubstanz urteilen kann. Jedenfalls aber zeigt dieselbe manche Besonderheiten im Vergleich mit Molluskenschalen.

Beim Hummer finde ich die äußerste Schichte des Panzers so zu sagen gepflastert mit einer kontinuierlichen Lage schön entwickelter ziemlich großer Sphaeriten, welche ganz dicht zusammenschließen und zwischen gekreuzten Nicols das charakteristische Kreuz zeigen. So ist es nach mir vorliegenden Präparaten auch bei anderen Crustaceen. Ein ganz anderes Bild gewährt dagegen ein möglichst dünner Flächenschliff aus einer tieferen Schichte des Panzers. Hier ist von irgendwie geformten Kalkpartikeln nichts zu sehen; im gewöhnlichen Lichte scheint die ganze Fläche fein punktiert als Ausdruck der zahllosen Porenkanälchen, welche die Chitinschichten senkrecht durchsetzen. Zwischen gekreuzten Nicols zeigt sich das ganze Präparat ziemlich gleichmäßig matt leuchtend, ohne dass irgendwo auch nur die kleinsten begrenzten Kalkgebilde sichtbar würden.

Alles dies ändert sich rasch und in auffälligster Weise, wenn ein solcher Schliff in destilliertes Wasser gebracht wird. Miss Kelly giebt an, dass Kügelchen von „amorphem“ Kalk, wie sie z. B. in den *Oesophagus*-Drüsen (Kalkdrüsen) des Regenwurmes vorkommen, beim Befeuchten mit Wasser sofort krystallinisch und damit stark doppelbrechend werden. Darum handelt es sich aber im vorliegenden Falle nicht. Schleift man aus einem frischen oder auch in dünnem Spiritus

aufbewahrten Armgliede vom Hummer ein recht dünnes Plättchen der weißen (mittleren) Schalenschicht parallel der Oberfläche auf einer Feile unter Zusatz von Wasser, so erweist sich der Feilschlamm zusammengesetzt aus den Trümmern organischer Substanz (Chitin), anderntheils aber aus zahllosen, stark doppelbrechenden krystallinischen Körperchen, so dass die ganze Masse zwischen gekreuzten Nicols glitzert. Das Plättchen selbst zeigt zunächst nichts von solchen Gebilden, lässt man es aber in Wasser liegen, so bedeckt es sich in kurzer Zeit mit anfangs sehr kleinen doppelbrechenden, tafelförmigen oder länglich prismatischen Kryställchen, welche sehr rasch wachsen und sich bald zu wohlausgebildeten, großen monoklinen Prismen entwickeln, die oft so dicht bei einander liegen, dass von der Grundsubstanz nur wenig dazwischen sichtbar bleibt. Schleift man den

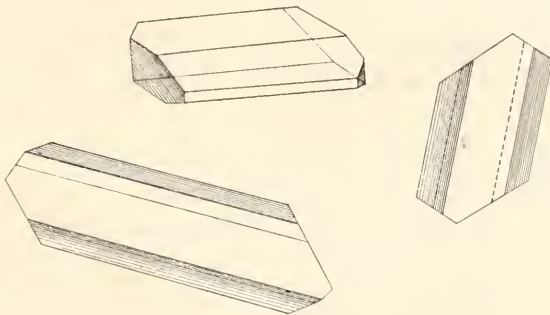


Fig. 1.

Krystallbelag wieder am Steine ab, so bilden sich im Wasser neuerdings die gleichen Krystalle und man kann so den Versuch mehrmals mit gleichem Erfolge wiederholen.

Bringt man ein solches Präparat in Essigsäure, so tritt sofort lebhaft Gasentwicklung ein und die Krystalle verschwinden anscheinend ohne irgendwelche Spuren zu hinterlassen. Um das umständliche Schleifen zu vermeiden, kann man es sich genügen lassen, an dem betreffenden Skelettteil einfach eine Schlißfläche mit der Feile zu machen und das ganze Stück dann für 12–24 Stunden ins Wasser einzulegen. Man findet dann selbst an alten schon ganz trockenen Panzerstücken die Schlißfläche in ihrer ganzen Ausdehnung bedeckt mit besonders großen (bis zu 0,5 mm), lebhaft glänzenden und vollkommen regelmäßig entwickelten Krystallen, die man mit einem Skalpell leicht abheben und sammeln kann. Von ihrer Form, die noch genauer krystallographisch untersucht werden soll, mag die beistehende Figur (1) eine Vorstellung geben; sie sind vollkommen farblos, durchsichtig und sehr stark doppelbrechend.

Ueber die Entstehung dieser Krystalle, namentlich über den zeitlichen Verlauf derselben kann man sich an frischem Feilmehl der

Panzer oder noch besser an ganz dünnen Hobelspähnchen überzeugen, wie sie leicht durch Schaben mit einem Messer zu gewinnen sind. Untersucht man dieselben trocken oder nach Zusatz von Alkohol oder Glycerin zwischen gekreuzten Nicols, so erscheinen die Fragmente gleichmäßig matt leuchtend im dunkeln Gesichtsfelde. Setzt man aber Wasser zu, so blitzen nach wenig Minuten an zahllosen Stellen glänzend helle Punkte auf, die sich rasch zu deutlichen Kryställchen entwickeln. Lässt man ein solches Präparat mit dem Deckgläschen bedeckt und vor Verdunstung geschützt mehrere Stunden stehen, so findet man nachher wieder dieselben prachtvoll entwickelten großen Krystalle in Menge vor, welche theils an den Chitinspähnchen sitzen, theils auch frei in den Zwischenräumen im Wasser liegen. Hat man ganz fein geriebenes Feilmehl zu dem Versuch verwendet, so verschwinden die Chitinpartikelchen fast zwischen der Masse der Krystalle und man könnte sogar zu der Meinung kommen, es habe sich überhaupt alles in solche Krystalle verwandelt. Bei Zusatz von Essigsäure lassen sich aber natürlich immer leicht die Chitinreste nachweisen.

Ganz ebenso wie das Hummerskelett verhält sich auch der verkalkte Chitinpanzer des Flusskrebse. Man braucht nur an beliebiger Stelle etwas davon mit dem Messer abzuschaben und die Spähnchen mit Wasser einzudecken, um nach wenigen Minuten überall im dunkeln Gesichtsfeld des Polarisationsmikroskopes hell-schimmernde Kryställchen auftauchen zu sehen, welche zu ganz ähnlichen, großen, prismatischen Krystallen heranwachsen wie beim Hummer; nur sind sie im allgemeinen etwas schwächtiger und zeigen vielfach einen plattigen (drusigen) Bau.

Der Umstand, dass die Krystalle sich, wie schon erwähnt, nicht nur an der Oberfläche der Chitinteile bilden, sondern vielfach auch ganz frei im Wasser, zeigt schon, dass offenbar etwas aus dem Chitin herausgelöst wird, was alsbald krystallisiert. Die Raschheit, mit welcher dies aber geschieht, macht es sehr schwer, eine an der fraglichen Substanz irgend reichere und von Chitinresten ganz freie Lösung zu gewinnen. Gleichwohl gelingt dies wenigstens bis zu einem gewissen Grade.

Wenn man von einer Hummerschere eine größere Menge von Feilmehl in einer Reibschale möglichst rasch zunächst mit ganz wenig Wasser verreibt, dann mehr Wasser aufgießt und so rasch wie möglich filtriert, so fallen aus dem alkalisch reagierenden Filtrat beim Stehen alsbald kleine aber wohlausgebildete stark doppeltbrechende Kryställchen aus, an deren Identität mit den sonst erhaltenen gar nicht zu zweifeln ist.

Nicht bloß bei Zusatz von Wasser bilden sich aus der Substanz des Crustaceenpanzers die in Rede stehenden Krystalle, sondern ebenso

auch bei Zusatz von selbst sehr starken Lösungen von Neutralsalzen (NaCl , KCl , Na_2SO_4). Auch brauchen die Chitinteile keineswegs ganz frisch zu sein. Selbst wochenlanges Liegen in Alkohol hindert die Krystallbildung nicht ganz, obschon dann die Resultate sowohl in quantitativer, wie qualitativer Hinsicht bedeutend zurückstehen. Auch lange Zeit getrocknete Panzerteile liefern immer noch einige gut entwickelte Krystalle. Daneben aber bilden sich bei Behandlung der Chitinspähnechen mit Wasser in immer zunehmendem Maße, je länger schon die Teile in Alkohol oder trocken lagen, sehr kleine runde oder stäbchenförmige stark doppeltbrechende Sphaeriten, welche oft in außerordentlich großer Zahl das ganze Präparat durchsetzen. Es erinnern diese Kalkgebilde durchaus an jene, welche sich aus dem Mantelsekret von *Helix* immer zunächst an Stelle einer Schalenverletzung bilden. Auch bei Präparaten von Flusskrebs sah ich neben den typischen großen Krystallen häufig gruppenweise kleine längliche Kalkkörperchen auftreten, welche oft zu runden sphaeritischen Aggregaten zusammen treten, die teils frei im Wasser entstehen, teils den Chitinspähnechen einzeln oder gruppenweise aufsitzen.

In der Form solcher größerer oder kleinerer Sphaeriten scheidet sich, wie man seit lange weiß, der kohlensaure Kalk in der Regel aus Flüssigkeiten aus, welche kolloide organische Substanzen (Eiweiß, Leim, Mucin etc.) gelöst enthalten. Dies ist aber im vorliegenden Falle nicht zu konstatieren. Der Umstand, dass solche Sphaeriten unter den erwähnten Bedingungen um so reichlicher aus der Substanz des Crustaceenpanzers gewonnen werden, je ungünstiger die Bedingungen für die Entstehung der großen Krystalle sind, legt den Gedanken nahe, dass beiderlei Gebilde trotz ihres gänzlich verschiedenen Charakters aus derselben Muttersubstanz entstehen, die offenbar nur im Laufe der Zeit ihre Eigenschaften resp. ihre Zusammensetzung ändert. Da die Sphaeriten zweifellos der Hauptsache nach aus (CaCO_3) bestehen, so drängt sich die Vermutung auf, dass auch die Krystalle wenigstens z. T. aus CaCO_3 gebildet werden. Dass es sich aber nicht um reinen kohlensauren Kalk handelt, geht sowohl aus der Krystallform, wie vor allem auch aus ihrem gleich zu schildernden sonstigen Verhalten hervor. Dass sich die Krystalle in Säuren anscheinend ohne Rest lösen, wurde schon bemerkt. Um die Einwirkung derselben, wie überhaupt chemischer Reagentien genauer zu studieren, muss man sehr verdünnte Lösungen benützen und dieselben den unter Deckglas in Wasser liegenden Krystallen vom Rande her zufließen lassen. In diesem Falle äußert sich die erste Einwirkung verdünnter Essigsäure an großen, gut ausgebildeten Krystallen zunächst nur an der Oberfläche. Es bildet sich eine blasse, nicht mehr doppeltbrechende und etwas granulirte Rindenschicht, welche in der Folge immer mehr nach innen greift, so dass bald nur ein kleiner, länglich runder, doppeltbrechender Kern vor-

handen ist, der nun inmitten des noch von regelmäßigen Flächen begrenzten Krystalles liegt, dessen Hauptmasse dann in der Regel eine sehr deutliche konzentrierte Schichtung zeigt, wobei die Schichtenlinien im gewöhnlichen Lichte auffallend dunkel erscheinen (Fig. 3).

Diese Schichtung erhält sich bei sehr langsamer Säurewirkung auch dann noch, wenn schon der letzte innerste Kern doppeltbrechender Substanz eingeschmolzen ist und der Krystall zwischen gekreuzten Nicols bei jeder Lage völlig dunkel bleibt. In der Regel beginnt aber schon früher wieder vom Rande her eine Aufhellung der Krystallmasse, welche nun vollkommen homogen und zugleich äußerst schwach lichtbrechend sind, so dass man kleinere, zwischen andern Partikeln gelegene Krystalle leicht ganz aus dem Auge verliert. Bei Anwendung stärkerer Säurelösungen spielt sich der ganze Vorgang unter lebhafter Gasentwicklung so rasch ab, dass man immer in Zweifel bleibt, ob ein

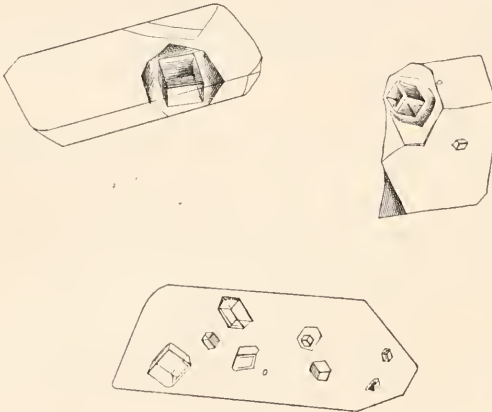


Fig. 2.



Fig. 3.

in Säure unlösliches „Stroma“ der Krystalle übrig bleibt oder nicht. Viel geeigneter als Essigsäure erweist sich stark verdünnte Chromsäure. Hier bleibt die Schichtung prachtvoll erhalten und ebenso auch die Form des ganzen Krystalles (Fig. 3). Man kann solche Krystallskelette dann auch in Glycerin aufbewahren, ohne dass sie sich weiter verändern.

Von der wichtigen Thatsache, dass die in Rede stehenden sonderbaren Krystalle ausnahmslos ein aus organischer Substanz bestehendes Stroma enthalten¹⁾, kann man sich auch durch die Anwendung geeigneter Tinktionsmittel überzeugen.

1) Anm.: Es sei ausdrücklich erwähnt, dass der Ausdruck „Stroma“ hier nicht in dem Sinne zu verstehen ist, dass die organische Substanz nur so zu sagen das Skelett bildet, in dessen Zwischenräumen die anorganische liegt, sondern es handelt sich ohne Zweifel um eine chemische Verbindung beider und nicht etwa bloß um ein Nebeneinandersein im morphologischen Sinne.

Setzt man einer Jod-Jodkaliumlösung eine Spur Essigsäure zu und verwendet dieses Gemisch zur Entkalkung der Krystalle, so prägen sich die geschilderten Erscheinungen viel schärfer aus als mit verdünnter Essigsäure allein. Wieder bildet sich eine trübe, granuliert-streifige Rindenschicht, indem die doppeltbrechende Substanz von außen her so zu sagen einschmilzt. Gleichzeitig aber nimmt die ganze Rindenschicht einen leicht gelblichen Ton an und man erkennt nun noch deutlicher, dass die konzentrisch-lamelläre Schichtung auf einer regelmäßigen Abwechslung etwas stärker lichtbrechender Streifen und mehr homogener oder zart granulierter Lagen beruht. Schließlich bleibt immer ein ganz blasses, durch Jod leicht gelblich tingiertes Skelett zurück, welches namentlich bei größeren Krystallen geschrumpft und faltig erscheint, bei kleineren aber oft noch die Form des Krystalles sehr gut erkennen lässt. Häufig erscheinen dann die schiefen Endflächen der länglich prismatischen Krystallstromata etwas gewulstet und stärker glänzend.

Diese organischen Reste sind nun leicht färbbar und eignet sich namentlich eine mit Essigsäure schwach angesäuerte Lösung von Säurefuchsin zu diesem Zwecke vorzüglich. Nimmt man zu dem Versuch größere Krystalle, so bleibt nach völliger Auflösung des Kalkes eine faltige membranöse Masse zurück, welche kaum noch die Form des ursprünglichen Krystalles erkennen lässt und sich mit dem Farbstoff intensiv rotviolett färbt. Setzt man dann verdünnte Kalilauge zu, so lösen sich unter gleichzeitiger Entfärbung die Stromata leicht und vollständig auf. Sehr intensiv gelb gefärbte organische Skelette erhält man, wenn die Krystalle zunächst mit sehr verdünnter (HNO_3) entkalkt und dann Jod-Jodkaliumlösung zugesetzt wird.

Lässt man einen Tropfen Millon'sches Reagenz seitlich vom Deckglas her zu den in Wasser liegenden Krystallen zufließen, so entsteht an der Grenze der Wirkungszone an und um jeden Krystall sofort eine massige Ausscheidung dunkelrotbrauner Nadeln und krystallinischer kleiner Drusen und Körnchen von gleicher Farbe. Jeder Krystall ist von solchen hofartig umgeben und erscheint an seiner Oberfläche dicht damit besetzt. Wirkt dann die saure Lösung in der Folge stärker ein, so löst sich dieser braune Niederschlag wie auch die Krystalle selbst sofort auf. Es handelt sich dabei einfach um Ausfällung von Quecksilberoxyd, infolge beginnender Auflösung der aus alkalischen Kalksalzen bestehenden Krystalle.

Man kann sich leicht überzeugen, dass neben CaCO_3 auch Calciumphosphat in die Zusammensetzung derselben eingeht. Bringt man zu einigen trockenen Krystallen einen Tropfen salpetersaure Ammonium-Molybdat-Lösung, so lösen sich jene unter lebhafter Gasentwicklung und es entstehen alsbald zahlreiche gelbe Oktaëder, so dass das Vorhandensein von Phosphorsäure als sicher erwiesen

gelten darf. Dies wird auch durch das sehr eigentümliche Verhalten der Krystalle gegen Kalilauge bestätigt. Lässt man zu gut ausgebildeten, großen Krystallen verdünnte Kalilauge zufließen, so färbt sich im ersten Momente der Einwirkung die Oberfläche gelbbraun, indem sich eine Art Rinde bildet, welche allmählich den ganzen Krystall einhüllt; nach und nach wird derselbe immer dunkler braun und undurchsichtiger und gewinnt bald dasselbe schwärzlich trübe Aussehen, welches bei Zusatz einer konzentrierten Lauge momentan eintritt. In solchem Falle werden die Krystalle fast augenblicklich ganz undurchsichtig und dunkel schwärzlich im durchfallenden Licht. Verfolgt man den Vorgang genauer, so überzeugt man sich, dass es sich dabei um eine Umkrystallisation handelt, wobei die ganze Masse des Krystalls von zahllosen kleinen Krystälchen anderer Form durchsetzt ist. Nach einiger Zeit entstehen dann sowohl an der Oberfläche der Krystalle wie in deren Umgebung unzählige hexagonale Plättchen, deren Auftreten bei Zusatz von Kalilauge für das Vorhandensein von Calciumphosphat charakteristisch ist, worauf ich zuerst in meiner oben erwähnten Arbeit über Molluskenschalen hingewiesen habe.

Höchst auffallend ist die große Unbeständigkeit der Krystalle. Schon mehrtägiges Liegen in kaltem, destilliertem Wasser bedingt eine sichtbare Zersetzung derselben. Im Innern bemerkt man dann vielfach große, rundliche Höhlungen, welche mit blättrig gebauten Krystalldrusen ausgefüllt sind. Außerdem entstehen an der Oberfläche unregelmäßig bandförmige Gebilde, welche im durchfallenden Licht dunkel aussehen und aus kleinsten krystallinischen Körperchen bestehen, die offenbar aus der Zersetzung der Substanz des Krystalls hervorgegangen sind.

Erwärmt man die Krystalle mit Wasser auf dem Objektträger, so zerfallen sie sofort in lauter rhomboëderähnliche, sehr stark doppeltbrechende, kleinere und größere Bruchstücke und jeder solcher Haufen ist in der Regel noch umgeben von einer Wolke ganz kleiner krystallinischer Körperchen. An größeren Krystallen kann man bei vorsichtigem Erwärmen mit Wasser sehr gut sehen, dass sich innerhalb der Krystallmasse Hohlräume (so zu sagen Vakuolen) bilden, in welchen je ein oder mehrere kleine Rhomboëder liegen.

Die Krystalle sind auch in absolutem Alkohol nicht haltbar. Schon nach 12 Stunden zeigen sie sich durchsetzt von zahlreichen kleinen stark lichtbrechenden Körperchen von meist rhomboëderähnlicher, manchmal auch länglich runder Form (nach Art kleinster Sphaeriten). Setzt man dann nach Entfernung des Alkohols Wasser zu, so zerklüften sich die Krystalle sofort schollig und blättrig in ganz unregelmäßige Teilstücke, die aber untereinander noch fest zusammenhängen und jene kleinen rhomboëdrischen Krystälchen einschließen.

Auch selbst in Balsam eingeschmolzene Krystalle erleiden im Laufe längerer Zeit ähnliche molekulare Umlagerungen.

Ein Schliffpräparat vom Hummerpanzer, welches beiderseits mit schönen großen Krystallen besetzt war, wurde nach Behandlung mit Alkohol und Nelkenöl in Balsam eingeschlossen. Nach 14 Tagen erschien die Mehrzahl der Krystalle in höchst charakteristischer Weise verändert (Fig. 2), indem in der Masse derselben Hohlräumechen entstehen, in welchen schön ausgebildete rhomboëderähnliche Krystalle liegen, entweder je eines oder mehrere in Form einer Druse. Manche der Krystalle erscheinen förmlich zersprengt und liegen die Rhomboëder dann frei außerhalb der Masse des Krystalles. Nach dem optischen Verhalten handelt es sich in allen diesen Fällen nicht um echte Rhomboëder und daher auch nicht etwa um reinen kohlsauren Kalk.

Höchst merkwürdig ist die Einwirkung von ganz reinem Glycerin auf die in Rede stehenden Krystalle. Es macht sich dann sehr bald eine von der Oberfläche her fortschreitende eigenartige Veränderung der Krystallsubstanz bemerkbar. Es entsteht eine einfach brechende Rindenschicht, welche allmählich an Dicke zunimmt und im optischen Längsschnitt eine sehr deutliche Streifung senkrecht zur Oberfläche erkennen lässt.

Dass es sich hier um eine Stäbchen- oder Faserstruktur handelt, ergibt sich aus dem Bilde, welches bei hoher Einstellung die Oberfläche eines solchen Krystalles bietet. Man erkennt (am besten mit Immersionssystemen) eine sehr deutliche Punktierung oder eigentlich mosaikartige Felderung, wobei jedem Feldchen ein Stäbchen der Profilansicht entspricht. Ist mit der Zeit auch der innerste doppeltbrechende Kern geschwunden, so erscheint der ganze Krystall ohne Veränderung seiner ursprünglichen Form zwischen gekreuzten Nicols bei jeder Lage absolut dunkel, verhält sich also in seiner Totalität wie ein isotroper Körper. Allmählich entstehen aber an der Oberfläche und in der nächsten Umgebung sehr kleine, dann größere, stark doppeltbrechende Kryställchen von rhomboëdrischer Form, welche schließlich den ganzen einfachbrechenden Kern umhüllen.

Beim Verschieben des Deckgläschens gelingt es leicht, die aus Rhomboëdern zusammengesetzte Rindenschicht abzustreifen und den Kern bloßzulegen. Derselbe zeigt deutlich jene Stäbchenstruktur und ist in Säuren sehr leicht löslich, während die Rhomboëder ungleich widerstandsfähiger sind.

Es scheint also, dass unter dem Einfluss des Glycerins eine vollkommene Scheidung der Krystallmasse in zwei verschiedene kristallinische Körper erfolgt, einen, welcher einfachbrechend die Form des ursprünglichen Krystalles bewahrt und einen zweiten, der sich in der nächsten Umgebung in Gestalt kleiner, sehr stark doppeltbrechender, rhomboëderähnlicher Kryställchen ausscheidet.

Ueberblickt man die geschilderten Eigenschaften, so kann es nicht zweifelhaft sein, dass man es hier mit Krystallen zu thun hat, welche neben CaCO_3 auch reichlich Phosphat und außerdem eine wahrscheinlich eiweißartige, organische Substanz enthalten; es muss ferner angenommen werden, dass die Bestandteile der Krystalle in der organischen Grundsubstanz des Panzers (Chitin), ursprünglich in einer noch komplizierteren Verbindung existieren müssen, welche dadurch ausgezeichnet ist, dass sie sich unter den verschiedensten Umständen und vor allem in Berührung mit Wasser sofort dissociiert, wobei sich jene äußerst schwer löslichen Krystalle ausscheiden, die nun auch ihrerseits wieder sehr unbeständig sind. Es bedarf kaum des besonderen Hinweises, dass das Vorhandensein einer solchen komplizierten Verbindung von Kalksalzen mit organischer Substanz für unsere ganze Auffassung von dem eigentlichen Wesen der Vorgänge, durch welche überhaupt Kalksalze bei der Bildung äußerer oder innerer Skelette abgeschieden werden, von großer Bedeutung ist. In dieser Beziehung ist es besonders bedeutungsvoll, dass es mir neuerdings gelungen ist, dieselben Mischkrystalle auch aus dem Blute des Hummers sowie des Flusskrebse zu gewinnen. Bringt man einen Tropfen auf den Objektträger, so lassen sich fast unmittelbar nachher zahlreiche, allerdings nur kleine doppeltbrechende Kryställchen zwischen gekreuzten Nicols nachweisen. Lässt man aber etwas von dem Blute auf einem Uhrschälchen an der Luft langsam eintrocknen, so bilden sich viele sehr schön entwickelte Krystalle, die vollkommen mit jenen aus dem Panzer übereinstimmen. Manche Beobachtungen, die ich seiner Zeit an wachsenden Molluskenschalen machte, machen es mir äußerst wahrscheinlich, dass es sich auch hier um ganz ähnliche, leicht dissociable, organische Kalkverbindungen handelt, welche das eigentliche Material für die Schalenbildung darstellen. Alle die zahlreichen sich hier aufdrängenden Fragen bedürfen aber freilich erst noch eingehender Untersuchung. [61]

Herrn Alfred Goldsborough Mayer's Entdeckung eines „Atlantischen Palolo“ und deren Bedeutung für die Frage nach unbekanntem kosmischen Einflüssen auf biologische Vorgänge. Zugleich eine Beleuchtung der darwinistischen Betrachtungsweise.

Von Benedict Friedlaender.

(Schluss.)

Nun ist aber der Stammbaum der *Eunice viridis* und des einstweilen *Staurocephalus gregarius* heißen Wurmee leider nicht mehr mit Sicherheit zu eruieren. Mit dieser traurigen Thatsache haben wir uns zu allererst vertraut zu machen und darein zu finden. Aber selbst, wenn

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: [21](#)

Autor(en)/Author(s): Biedermann Wilhelm

Artikel/Article: [Ueber den Zustand des Kalkes im Crustaceenpanzer.
343-352](#)